



## MÁSTER EN INCENDIOS FORESTALES. CIENCIA Y GESTION INTEGRAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL Y CIENCIA FORESTAL

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

CURSO 2016-2017

**Mortalidad de *Pinus halepensis* Mill. debido a los incendios forestales ocurridos en Catalunya.**

***Pinus halepensis* Mill. mortality after forest fires in Catalonia.**



**AUTOR:** Dioume Sylla

**TUTOR:** Dr. Jesús Pemán García

**FECHA:** 27 de septiembre de 2017



## DEDICATORIA:

A mis padres Salia Sylla y Mariama Traore.

A mis hermanas y a todas las personas de mi gran familia.

A mi esposa Bountouraby Balde



## **AGRADECIMIENTOS:**

A Dios por darme sus bendiciones y fuerza para poder seguir adelante.

A mis padres, Salia Sylla y Mariama Traore, por todo el apoyo que me brindaron durante todo este tiempo, por sus sacrificios, preocupaciones y dedicación.

A mi abuela Iliassou Diaby y Tía Noussira Sylla que siempre estuvieron conmigo apoyándome en todo y hoy en día no se encuentran conmigo, pero sé que están de corazón conmigo como siempre lo han hecho, que descansen en paz.

A mis hermanas Iliassou, Hawa, Noussira, Aminata y Tío Issa Traore que desde la distancia no dejaron de apoyarme, de ayudarme a cumplir mi objetivo que es ser profesional.

A mis tutores Dr.C. Jesús Pemán García, padre y amigo, y Dr.C. Victor RESCO de DIOS por toda la paciencia, los conocimientos brindados y la preparación que me han dado para poder realizar este trabajo.

Al Director del MásterFUEGO PhD at UC Berkeley Domingo Miguel Molina Terrén que ha brindado su amor, consejos, conocimientos y apoyo durante los dos años de mi formación, ¡muchas gracias por todo!

A mi esposa Bountouraby Balde que es una persona especial para mí desde el principio que la conocí estuvo conmigo, por su amor, comprensión y por ayudarme a superar los momentos más difíciles.

A todos los profesores del Máster interuniversitario en Incendios Forestales. Ciencia y Gestión Integral (MàsterFUEGO), por el apoyo brindando, que más que profesores fueron siempre como una gran familia, que siempre estuvieron dispuestos a enseñarme, que no me hicieron hacer sentir la lejanía del hogar.

A mis familiares y amigos que desde mi país Guinea Conakry y de otros países han estado siempre conmigo en especial mi estimado profesor, amigo, padre Dr.C. Marcos Pedro Ramos Rodríguez y su esposa Cristina Reina Nieves Blanco.

A mis compañeros y amigos del MásterFuego, con quienes he compartido estos años, por las experiencias, alegrías y tristezas que hemos compartido, a todos ellos ¡muchas gracias!

A todos quienes de una u otra forma me han ayudado a llegar a la meta, a todos.

## RESUMEN

Los bosques de pino carrasco (*Pinus halepensis* MILL.), representan unos de los ecosistemas más afectados por los incendios forestales en Catalunya. La mortalidad de los árboles después de un incendio forestal se predicen mejor con los parámetros medidos en los árboles parcialmente afectados por el fuego, considerando los factores abióticos y bióticos que pueden influir sobre el proceso. En el presente estudio se realizó mediante transectos mediciones de parámetros a pinos parcialmente afectados por el fuego en tres incendios que se produjeron en junio, julio y agosto de 2016. En estos 376 árboles se midieron: el diámetro normal, la altura total del árbol, la altura en la primera rama verde, la altura máxima de fuste afectado por el fuego, la altura de socarrado mínimo, el porcentaje de copa afectada y el diámetro de las ramillas del sotobosque. Aparte se han realizado otro tipo de anotaciones como el estado de vigor del árbol (vivo o muerto) y el estado sanitario de los árboles (daños visibles en la corteza, insectos existentes en el tronco y presencia de resinación en el tronco o ramas). Se realizó un análisis de regresión logística para las variables con el objetivo de determinar qué parámetros del árbol (*P. halepensis*) predicen mejor la mortalidad de los árboles después de un incendio forestal y su correspondiente modelo en función de los factores que influyen en la misma.

La variable más importante para predecir la mortalidad de los árboles en cada uno de los incendios y en el conjunto de incendios fue el porcentaje de copa afectada. El modelo desarrollado que mejor predice la mortalidad de *P. halepensis* incluye el porcentaje de copa afectada como única variable explicativa en este estudio, indicó buenos resultados con  $R^2 = 0,6249$  y  $R^2 = 0,4908$  para los incendios de Rocallura 1 y 2, respectivamente y  $R^2 = 0,6249$  para el conjunto de los tres incendios. Los resultados destacan que casi no se encontró ninguna especie de escolítidos en la zona de estudio y que se observó alta mortalidad por altos valores de porcentaje de copa afectada (74,10%; 81,70%; 78,10%), para una probabilidad de mortalidad igual a 0,5. Estos datos pueden ser útiles para los gerentes que toman decisiones antes o después del incendio en bosques de *P. halepensis* en Catalunya.

**PALABRAS CLAVE:** Efectos del fuego, Modelo de predicción de la mortalidad, Porcentaje de copa afectada, Regresión logística.

## ABSTRACT

The forests of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.), represent one of the ecosystems most affected by forest fires in Catalonia. The mortality of trees after a forest fire is best predicted with the parameters measured in the trees partially affected by the fire, considering the abiotic and biotic factors that can influence the process. In the present study, it was carried out through transects measurements of parameters to pines partially affected by the fire in three fires that occurred in June, July and August of 2016. In these 376 trees were measured: the normal diameter. The total height of the tree, the height in the first green branch, maximum height of shaft affected by fire, charred minimum height, percent crown scorch and the diameter of the understory branches. In addition, other annotations have been made such as the state of vigor of the tree (Live or dead) and the health status of the trees (visible damage in the bark, insects in the trunk and presence of resins in the trunk or branches). A logistic regression analysis was performed for the variables with the objective of determining which tree parameters (*P. halepensis*) best predict the mortality of trees after a forest fire and its corresponding model depending on the factors that influence it.

The most important variable to predict the mortality of the trees in each of the fires and in the set of fires was the percent crown scorch. The model that best predicts the mortality of *P. halepensis* includes the affected crown percentage as the only explanatory variable in this study, indicated good results with  $R^2 = 0.6249$  and  $R^2 = 0.4908$  for the fires of Rocallura 1 and 2, respectively and  $R^2 = 0.6249$  for all three fires. The results highlight that almost any kind of bark beetles was not found in the study area and high mortality was observed higher values of percentage of affected Cup (74.10%, 81.70%, 78.10%), for a mortality probability of 0,5. These data may be useful for managers who make decisions before or after the fire in *P. halepensis* forests in Catalonia.

**KEYWORDS:** Effects of fire, Prediction model of mortality, Percent crown scorch, Logistic regression.

## RÉSUMÉ

Les forêts de pins d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) représentent l'un des écosystèmes les plus touchés par les incendies de forêt en Catalogne. La mortalité des arbres après un incendie forestier est mieux pronostiquée avec les paramètres mesurés des arbres partiellement affectés par le feu, en tenant compte des facteurs abiotiques et biotiques qui peuvent influencer le processus. Cette étude a été réalisée en utilisant les transects pour mesures des paramètres des pins partiellement touchés par le feu dans trois incendies qui se sont produits au cours de Juin, Juillet et Août 2016. Sur ces 376 arbres ont été mesurés: le diamètre normal, la hauteur totale de l'arbre, la hauteur a la première branche verte, la hauteur maximale du tronc affecté par le feu, la hauteur minimale carbonisé, le pourcentage de la cime affectée et le diamètre les brindilles du sous-bois. En dehors de cela, d'autres annotations ont été faites, telles que l'état de vigueur de l'arbre (vivant ou mort) et l'état sanitaire des arbres (dommages visibles à l'écorce, insectes dans le tronc et présence de résines sur le tronc ou les branches). Une analyse de régression logistique a été effectuée pour les variables afin de déterminer quels paramètres de l'arbre (*P. halepensis*) prédisent mieux la mortalité des arbres après un incendie forestier et son modèle correspondant selon les facteurs qui influencent sur elle.

La variable la plus importante pour prédire la mortalité des arbres dans chacun des incendies et dans l'ensemble des feux était le pourcentage de la cime affectée. Le modèle qui prédit le mieux la mortalité de *P. halepensis* inclut le pourcentage de la cime affectée en tant que l'unique variable explicative dans cette étude, a indiqué de bons résultats avec  $R^2 = 0,6249$  et  $R^2 = 0,4908$  pour les feux de Rocallura 1 et 2 respectivement et  $R^2 = 0,6249$  pour les trois feux. Les résultats soulignent que presque aucune espèce de scolytes n'a été trouvée dans la zone d'étude et que la mortalité élevée a été observée par rapport au pourcentage de la cime affectée (74,10%, 81,70%, 78,10%) pour une probabilité de mortalité égale à 0,5. Ces données peuvent être utiles aux gestionnaires qui prennent des décisions avant ou après l'incendie dans les forêts de *P. halepensis* en Catalogne.

**MOTS CLÉ:** Effets du feu, Modèle de prédiction de la mortalité, Pourcentage de la cime affectée, Régression logistique.



# ÍNDICE

---

Dedicatoria

Agradecimientos

Resumen

Abstract

RÉSUMÉ

ÍNDICE.....	7
1. INTRODUCCIÓN .....	10
2. OBJETIVOS .....	14
2.1. Objetivo general .....	14
2.2. Objetivos específicos .....	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1. Caracterización del área de estudio .....	15
3.1.1. Incendios de Rocallaura .....	16
3.1.2. Incendio de La Pobla de Montornès .....	21
3.2. Toma de datos .....	24
3.3. Análisis estadístico de los resultados .....	29
4. RESULTADOS .....	30
4.1. Análisis de severidad .....	30
4.2. Análisis de mortalidad .....	30
4.2.1. Por incendio.....	30
4.2.2. Para el conjunto de incendios .....	32
4.3. Análisis del porcentaje de copa afectada .....	33
4.3.1. Por incendio.....	33
4.3.2. Para el conjunto de incendios .....	34
5. DISCUSIÓN .....	35
6. CONCLUSIONES.....	42
7. BIBLIOGRAFÍA .....	43
8. ANEXOS .....	47
I. Ilustraciones.....	47

II. Fotografías .....	51
III. Datos del muestreo .....	57
IV. Análisis estadístico de los resultados .....	69

## TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Incendios seleccionados para el estudio de la mortalidad de <i>P. halepensis</i> debido a los incendios forestales ocurridos en Catalunya antes y después de la estación seca.....	15
Tabla 2. Datos climáticos de la estación de Sant Martí de Río corb. Fuente: <a href="http://www.meteocat.cat">www.meteocat.cat</a> . .....	18
Tabla 3. Datos climáticos de la estación de Torredembarra. Fuente: <a href="http://www.meteocat.cat">www.meteocat.cat</a> . ....	23
Tabla 4. Clasificación de la severidad (National Park Service, 2003).....	25
Tabla 5. Tipos de variable de estudio.....	28
Tabla 6. Valores medios y coeficiente de variación del diámetro (d) mínimo (mm) de las ramillas de <i>Quercus coccifera</i> afectados por el fuego. ....	30
Tabla 7. Grado de significación del modelo de regresión logística considerando la totalidad de las variables del estudio.....	30
Tabla 8. Estimación de parámetros en el modelo de regresión logística de la mortalidad de <i>P. halepensis</i> para los incendios de Rocallaura 1 y 2.....	31
Tabla 9. Estimación de parámetros en el modelo de regresión logística de la mortalidad de <i>P. halepensis</i> para los tres incendios estudiados. ....	32
Tabla 10. Estimación de parámetros en el modelo de regresión logística de la mortalidad de <i>P. halepensis</i> para los dos incendios de Rocallaura. ....	33
Tabla 11. Estimación de parámetros en el modelo de regresión de la mortalidad de <i>P. halepensis</i> para el conjunto de los tres incendios estudiados. ....	34
Tabla 12. Análisis comparado de los estudios sobre la mortalidad en coníferas en diferentes ámbitos.....	37
Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio afectadas por los incendios de Rocallaura y de La Poble de Montornés. Fuente: elaboración propia. ....	15
Figura 2. Localización de los incendios de Rocallaura. Fuente: elaboración propia. ....	16
Figura 3. Pendiente de los incendios 1 (izquierda) y 2 (derecha) de Rocallaura. Fuente: elaboración propia.....	17
Figura 4. Orientación de los incendios 1 (izquierda) y 2 (derecha) de Rocallaura. Fuente: elaboración propia.....	17



Figura 5. Climograma ombrotermico de la comarca del Urgell en 2016. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la web del meteocat.....	18
Figura 6. Registros de temperatura y humedad relativa del 23/06/2016. Fuente: elaboración propia, datos de la estación meteorológica de Sant Martí de Río Corb. ....	19
Figura 7. Registro de velocidad y dirección del viento del 23/06/2016. Fuente: www.meteocat.cat, datos de la estación meteorológica de Sant Martí de Río Corb. ....	19
Figura 8. Registros de temperatura y humedad relativa del 19/07/2016. Fuente: elaboración propia, datos de la estación meteorológica de Sant Martí de Riucorb.....	20
Figura 9. Registro de velocidad y dirección del viento del 19/07/2016. Fuente: www.meteocat.cat, datos de la estación meteorológica de Sant Martí de Riucorb. ....	20
Figura 10. Localización del incendio de La Pobla de Montornès. Fuente: elaboración propia....	21
Figura 11. Pendiente (izquierda) y orientación (derecha) del incendio de La Pobla de Montornès. Fuente: elaboración propia. ....	22
Figura 12. Climograma ombrotermico de la comarca de Tarragones en 2016. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la estación meteorológica de Torredembarra. ....	23
Figura 13. Evolución de la temperatura y humedad relativa del 05/08/2016. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la estación meteorológica de Torredembarra. ....	24
Figura 14. Evolución de la velocidad y dirección del viento del 05/08/2016. Fuente: www.meteocat.cat, estación meteorológica de Torredembarra.....	24
Figura 15. Esquema de avance en la ejecución del transecto. Fuente: elaboración propia. ....	26
Figura 16. Representación de algunos parámetros medidos en la parcela de estudio: la altura total del árbol (ht), la altura en la primera rama verde (hrv), la altura máxima de fuste afectado por el fuego (hfa), la altura de socarrado mínimo (hsm), el porcentaje de copa afectada (%Ca). Fuente: elaboración propia. ....	26
Figura 17. Mediciones con la cinta métrica (izquierda) y con el calibre pie de rey (derecha). ....	27
Figura 18. Mediciones con el vertex (izquierda) y observación del estado de vigor (derecha)....	27
Figura 19. Función de probabilidad de la mortalidad de los pies de <i>P. halepensis</i> según el porcentaje de copa afectada en los incendios 1 (izquierda) y 2 (derecha) de Rocallaura. ....	31
Figura 20. Función de probabilidad de la mortalidad de los pies de <i>P. halepensis</i> según el porcentaje de copa afectado en los tres incendios estudiados.....	32

## 1. INTRODUCCIÓN

---

Más de 3 millones de hectáreas de bosques han sido transformadas en matorrales y pastos durante los últimos 15 años en los países mediterráneos de la Unión Europea, siendo el fuego y la sequía los principales responsables de esta degradación (San-Miguel-Ayanz *et al.*, 2012). La interacción entre incendios y sequía no es nueva en la Europa Mediterránea, pero su acción está considerada un problema en aumento (Pausas & Bradstock, 2007; Keeley, Bond, Bradstock, Pausas, & Rundel, 2011; Pausas & Ribeiro, 2013). El combustible forestal ha aumentado a raíz del abandono rural y de una política de supresión de incendios (Cubo *et al.*, 2012), y este combustible es cada vez más inflamable debido a una limitación hídrica cada vez mayor (Nol, Terradas, & Lloret, 1998; González & Pukkala, 2007). Dicha limitación hídrica resulta, a su vez, de la interacción entre una disminución de lluvias por el cambio climático y un aumento de la competencia a raíz de los aumentos en la densidad de los bosques tras el abandono agrícola (Ruiz-Benito, Lines, Gómez-Aparicio, Zavala, & Coomes, 2013). Se espera que esta tendencia continúe durante el siglo XXI, desembocando en un aumento todavía mayor de la intensidad de los incendios (González & Pukkala, 2007).

Entender la deforestación inducida por los incendios es esencial para la sostenibilidad de los sistemas forestales mediterráneos bajo el cambio climático. El 25% de los montes españoles ha ardido en el último medio siglo. Cuando los árboles no se recuperan tras el incendio, se genera un “*feedback*” positivo sobre el cambio climático (Bowman *et al.*, 2009; Rotenberg E. & Yakir D., 2010), ya que los matorrales y pastos favorecen el calentamiento al aumentar el albedo y disminuir el calor latente, entre otros procesos (Chapin, Randerson, McGuire, Foley, & Field, 2008). Entender los límites a la supervivencia tras el incendio resulta por ello clave para gestionar y desarrollar políticas adecuadas que prevengan estos *feedbacks* climáticos negativos. El fuego induce determinados cambios sobre el funcionamiento de los ecosistemas y en la composición florística y faunística provocando pérdidas de biomasa y de la calidad de los suelos, además de modificar el balance hídrico. El régimen de incendios (frecuencia, extensión, estacionalidad e intensidad) (Gill, 2013), de una región condiciona en gran medida la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas afectados (Kozlowski & Ahlgren, 1974; Attiwill, 1994). Así, una elevada recurrencia de incendios puede alterar la dinámica espacial y temporal de procesos clave en los ecosistemas como puede ser la pérdida de biodiversidad (Menges & Hawkes, 1998) o de resiliencia (Díaz-Delgado, Lloret, Pons, Ciencias, & Az-Delgado, 2003).

Los incendios forestales modelan el paisaje creando un mosaico de áreas afectadas por diferentes grados de severidad: áreas quemadas completamente, áreas no quemadas y áreas de vegetación donde los incendios son de superficie y se propagan con menor intensidad quemando el sotobosque y dejando la mayor parte de los árboles vivos (Retana *et al.*, 2002).

La investigación sobre la mortalidad de los árboles después del fuego se ha centrado principalmente en *Pinus ponderosa* (Wyant, Omi, & Laven, 1986; Harrington, 1987; Saveland & Neuenschwander, 1990 ; Ryan & Frandsen, 1991; Regelbrugge & Conard, 1993), pero también se ha extendido a otras especies norteamericanas de los géneros *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Abies* y *Populus* (Peterson, 1985; Brown y Debyle 1987; Ryan, Peterson, & Reinhardt, 1988) y pinos exóticos en Sudáfrica (Ronde & De Ronde, 1982) y Australia en *Eucalyptus* (Curtin, 1966).

Los estudios sobre la supervivencia de los árboles después del incendio también pueden dar información sobre los efectos de la quema prescrita en los árboles (Ryan & Reinhardt, 1988).

La muerte del cambium a la altura de 1,3 m del fuste, se ha detectado que es un factor importante para determinar la mortalidad del abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*), pero este no se ha detectado en los estudios publicados sobre *Pinus ponderosa*. En el contexto de las quemaduras prescritas son numerosos los estudios sobre resistencia al calentamiento de las coníferas europeas como: *P. sylvestris*, *Picea abies* (Sirén, 1973, Kellomäki & Kolström, 1993); *P. halepensis* y *P. brutia* (Liacos, 2015; Zohar, Weinstein, Frankel, Kutiel, & Israeli, 1989); *P. eldarica* y *Cupressus arizonica* (Rigolot & Valette, 1990); *P. pinaster* (J. A. Vega, Bara, & Gil, 1983; Bothelo, 1996).

Tradicionalmente, se han distinguido dos categorías principales de indicadores fácilmente observables para evaluar la mortalidad de los árboles (Ryan Kevin, 1982): 1) daño a la corona, que incluye todo el daño a la copa de los árboles sin quemarse y con la copa quemada y 2) daño del fuste que puede causar la destrucción del cambium (Wyant et al., 1986). Se considera el daño de la corona como la principal causa de mortalidad después del incendio en *Pinus ponderosa* y *Pseudotsuga menziesii*.

En estudios sobre *Pinus strobus* después de un intenso fuego de superficie (1.200 kW/m), la probabilidad de mortalidad se incrementó con el aumento de la altura del tallo soflamado y decreció con el aumento del diámetro a 1,3 m (diámetro normal). Los diámetros mayores o iguales a 20 cm, resultaron ser sumamente resistentes al fuego intenso de superficie (Beverly & Martell, 2003). No obstante, en estudios sobre *P. ponderosa* se ha registrado que los árboles con diámetro especialmente grande, desde 40 cm de diámetro normal, podían ser más susceptibles a la mortalidad post-incendio en algunas zonas durante las sequías graves (Ryan y Reinhardt, 1988; McHugh & Kolb, 2003).

La contribución de factores bióticos a la mortalidad de árboles afectados por incendios ha sido estudiado por McHugh & Kolb (2003), en *P. ponderosa*. Tras el fuego, los perforadores atacaban a los árboles dañados y debilitados. El porcentaje de copa quemada, más el ataque de los escolítidos, dieron variables significativas en los modelos de regresión logística para la probabilidad de mortalidad post-incendio.

En otro estudio realizado por Keyser, Smith, Lentile, & Shepperd (2006), sobre *Pinus ponderosa* después de un gran incendio forestal, se modeló la mortalidad de los árboles en un análisis de regresión logística utilizando datos de la morfología y de los efectos del fuego directo en 963 árboles, y se evaluó la mortalidad individual de los árboles anualmente de 2001 a 2005. Los modelos que usan el diámetro normal y el espesor de la corteza fueron modelados por separado debido a la correlación entre las variables. En todos los modelos, la mortalidad disminuyó con el aumento del diámetro normal y del espesor de la corteza, mientras que la mortalidad aumentó con el aumento del porcentaje del tronco carbonizado por debajo de 30 cm y del porcentaje de copa viva quemada. El porcentaje del tronco carbonizado por debajo de 30 cm contribuyó a la mortalidad de los árboles de menos de 40 cm, pero se hizo menos influyente en función de mayores diámetros y cortezas. En general, la probabilidad de mortalidad del modelo como una función del diámetro normal, el porcentaje del tronco carbonizado por debajo de 30 cm y el porcentaje de la copa viva quemada, predijo correctamente el estado de 78% de los árboles. Mientras que el modelo de predicción en función del espesor de la corteza, el

porcentaje del tronco carbonizado por debajo de 30 cm y el porcentaje de la copa viva quemada, tuvo solo un aumento de la precisión de la predicción del 1%.

Hull Sieg et al (2006) realizaron diferentes estudios para predecir la mortalidad postincendio de *Pinus ponderosa* estudiando diferentes parámetros como la altura del árbol, la altura hasta la primera rama viva, la altura de la copa quemada, la altura de copa consumida, la máxima y mínima altura de fuste quemada, el porcentaje de copa viva antes del incendio, el volumen quemado y consumido de la copa, el daño total de la copa y porcentaje del diámetro basal afectado, el porcentaje de árboles con presencia de *Ips spp.* y *Dendroctonus spp.* y la gravedad terrestre del fuego. Los resultados indicaron que el volumen quemado de la copa junto con el volumen de copa consumido, eran las dos variables más útiles para predecir la mortalidad después de los incendios forestales.

En ambientes mediterráneos Rigolot (2004) realizó un estudio en el sudeste de Francia sobre *P. halepensis* y *Pinus pinea* después de seis incendios (desde 1989 hasta 1991), analizando datos sobre el tamaño del árbol y la descripción de los daños causados por el fuego. En dicho estudio la probabilidad de la mortalidad aumentó, con un porcentaje de la copa quemada, y estimó el espesor de la corteza, con la disminución del diámetro a altura normal de los árboles, seleccionando el mejor modelo para cada especie. La mortalidad después del incendio de *P. halepensis* era una función de estas tres variables y para *P. pinea* era una función de las dos primeras variables solamente. El análisis indicó que, los modelos seleccionados, daban buenos resultados para ambas especies, con 85% y 95% de concordancia entre las probabilidades previstas y los resultados observados en ambas especies. Este documento informó sobre los diferentes escenarios de gestión, cuando se utilizaron los modelos propuestos. Además, un análisis comparativo de la resistencia al fuego y la supervivencia de las dos especies de pino mediterráneo, mostró que *P. halepensis* era más sensible al fuego que *P. pinea*.

En Europa existen pocos estudios equivalentes a los citados (Pinto, 1998; Lovreglio, Leone, & Fidanza, 1999; Rigolot, 2004; J. Vega, Jimenez, Vega, Ortiz, & Pérez, 2011). No obstante en España, Rodrigo et al. (2009) vienen trabajando en este tema desde 2004 con el objetivo de diseñar un modelo predictivo para la mortalidad de los árboles afectados por el fuego a partir del análisis de determinadas variables características de los árboles quemados y teniendo en cuenta la influencia del ataque por escolítidos. Según estos autores los mejores parámetros en *P. halepensis* que predijeron la mortalidad post-incendio fueron la altura del árbol afectada, el diámetro normal, el perímetro basal, el espesor de la corteza del diámetro normal y los insectos perforadores, que se han reproducido de forma importante en los árboles vivos, pero parcialmente afectados por el incendio durante todo el año siguiente al del incendio (Rodrigo et al., 2009).

Catalunya es una región mediterránea en la que los incendios forestales son una constante histórica, debido tanto por el uso tradicional del fuego en los sistemas agro silvopastorales como a las características climáticas (Hidalgo, Armengol, & Kallis, 2013). El clima mediterráneo se caracteriza por veranos cálidos con escasez o falta de precipitaciones, condicionando la vegetación mediterránea, por ello, las especies forestales de las regiones más secas han desarrollado mecanismos biológicos, para defenderse ante los factores más limitantes. De entre las adaptaciones más importantes que caracterizan la vegetación mediterránea: el predominio de la vegetación leñosa sobre la herbácea aportando así mayor resistencia a la

aridez, la espinescencia de hojas, reduciendo así la superficie foliar para minimizar la transpiración vegetal y el recubrimiento de estas con ceras protectoras o el desarrollo de superficies densamente pilosas, para disminuir la transpiración. Los efectos más inmediatos de la sequía sobre las masas de arbolado son una disminución de la producción y un debilitamiento de los árboles que los hace más vulnerables a los ataques de patógenos y plagas. En ocasiones, la combinación de diferentes fenómenos como la sequía, los patógenos y la alta densidad de árboles produce una mortalidad generalizada de árboles que puede afectar a rodales de considerable extensión (Sherman & Warren, 1988). El estudio de las respuestas de las plantas al estrés es un aspecto fundamental de la fisiología ambiental o ecofisiología, la cual se propone conocer cómo las plantas funcionan en sus ambientes naturales y cuáles son los patrones que determinan su distribución, supervivencia y crecimiento (Kramer & Boyer, 1995; Lambers, Chapin III, & Pons, 1998; Ackerly, Knight, Weiss, Barton, & Starmer, 2002). Desafortunadamente, los mecanismos fundamentales que intervienen en la supervivencia o mortalidad del árbol durante los periodos de sequía todavía permanecen relativamente poco estudiados a pesar de las décadas de investigación en los campos de la ingeniería de montes, patología vegetal, entomología y ecología (Waring, 1987; Mueller-Dombois, 1986; Mueller-dombois, 1988; Nathalie et al., 2006; Ogaya & Peñuelas, 2007; McDowell et al., 2008).

Alrededor del 75% de las áreas forestales en Cataluña, están asociadas a fuegos que se propagan fácilmente y cuya intensidad depende de la cantidad de combustible disponible para quemarse (CREAF, 2005).

*P. halepensis* es una especie típicamente mediterránea que se distribuye en aproximadamente 2,5 millones de hectáreas, con una mayor abundancia en su área occidental (Quezel, 2000). Los bosques de pino carrasco (*P. halepensis*), representan unos de los ecosistemas más afectados por los incendios forestales en Cataluña (González & Pukkala, 2007), aunque no se han realizado estudios sobre su mortalidad.

## 2. OBJETIVOS

---

### 2.1. Objetivo general

El objetivo general del presente trabajo es valorar el grado de mortalidad de *P. halepensis* afectado por un incendio forestal, a partir de los daños directos provocados por el incendio o de otros factores bióticos o abióticos que se han añadido al estado general de debilitamiento del árbol como consecuencia del incendio.

### 2.2. Objetivos específicos

- Determinar qué parámetros predicen mejor la mortalidad de los árboles de *P. halepensis* después de un incendio forestal.
- Analizar las causas de la mortalidad de la especie objeto de estudio, teniendo en cuenta de la época en la que ha ocurrido el incendio forestal.
- Analizar si en la mortalidad pueden influir factores abióticos de carácter fisiográfico como la pendiente o exposición.
- Analizar si en el grado de mortalidad pueden influir factores bióticos como la presencia de escolítidos. Basándonos en inspecciones visuales de signos externos tales como serrín, galerías u orificios de entrada y salida de los insectos.
- Construir un modelo para predecir la mortalidad de *P. halepensis* en función de los factores que influyen en la misma.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Caracterización del área de estudio

Para la realización del estudio se han elegido tres incendios forestales ocurridos en 2016 y que afectaron a masas de *P. halepensis*. Los tres incendios tuvieron lugar en el Nordeste de la península Ibérica, todos dentro de la Comunidad Autónoma de Catalunya, en las comarcas del Urgell (Rocallaura) y Tarragonés (La Poble de Montornès) (Figura 1) (tabla 1).

Tabla 1. Incendios seleccionados para el estudio de la mortalidad de *P. halepensis* debido a los incendios forestales ocurridos en Catalunya antes y después de la estación seca.

Incendio	Fecha inicio	Superficie afectada (ha)	Latitud	Longitud
Rocallaura_1	23-06-16	100,89	41.508859	1.136105
Rocallaura_2	19-07-16	678,86	41.513383	1.141185
La Poble de Montornès	05-08-16	533,25	41.201461	1.411847

Los incendios tuvieron lugar en zonas donde se solapan estructuras humanas habitadas con zonas que son principalmente forestales. Las fechas de inicio se han producido antes y después del verano por lo que se puede analizar si el efecto de la época, antes o después del periodo seco, ha tenido influencia en los árboles afectados por el fuego.

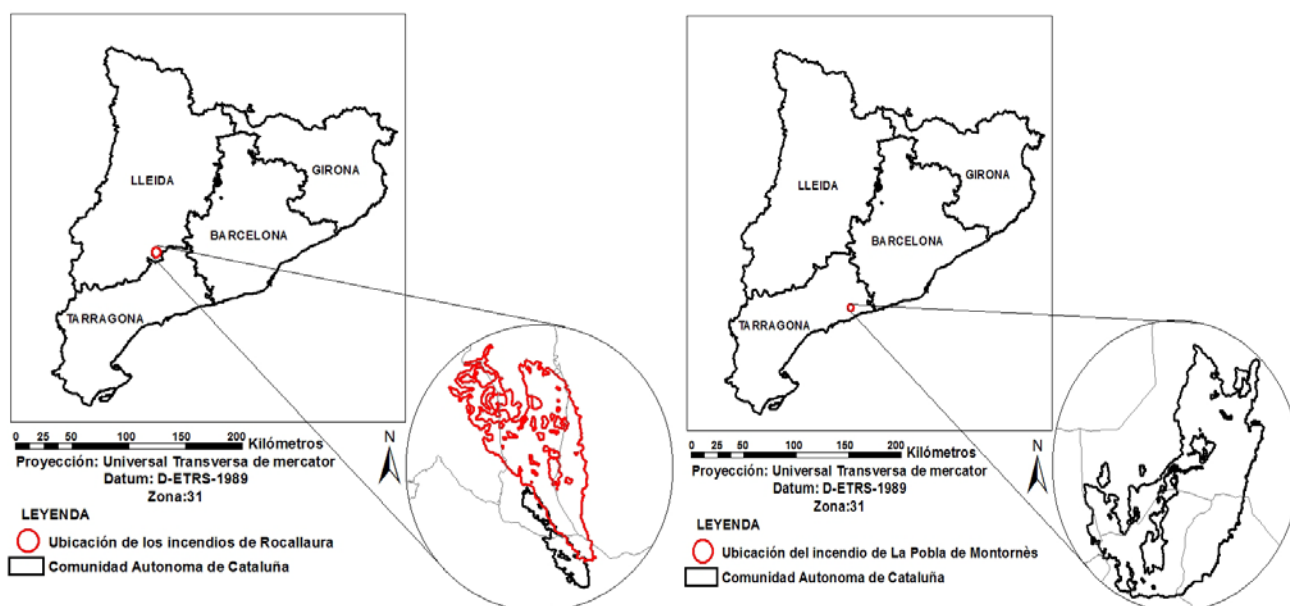


Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio afectadas por los incendios de Rocallaura y de La Poble de Montornès. Fuente: elaboración propia.



### 3.1.1. Incendios de Rocallaura

El primer incendio se produjo por negligencia humana el 23 de junio. Extinguido el incendio en superficie y debido a la larga sequía anual acumulada el fuego se mantuvo en el subsuelo de forma latente reproduciéndose el día 19 de julio de 2016. El incendio comenzó en el término municipal de Vallbona de les Monges, concretamente al núcleo de Rocallaura. El fuego avanzó en dirección norte afectando los municipios de Nalec, Ciutadilla y Sant Martí de Río Corb.

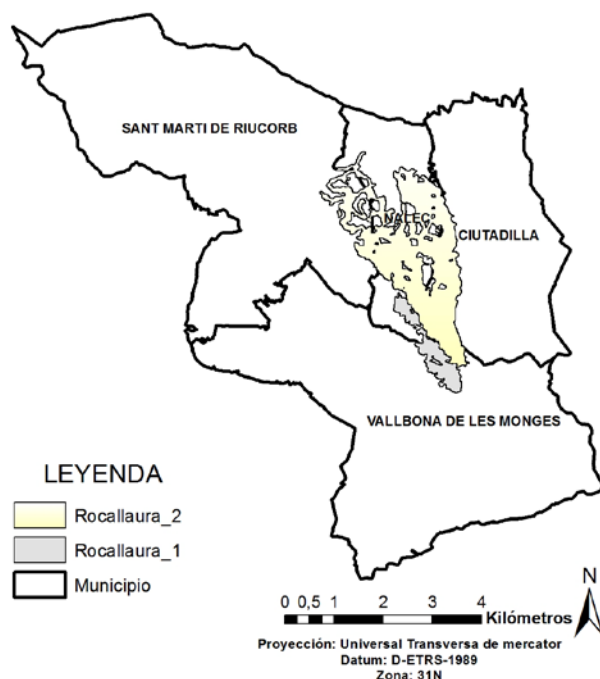


Figura 2. Localización de los incendios de Rocallaura. Fuente: elaboración propia.

El curso fluvial más importante de la zona de estudio, a pesar de su carácter intermitente, es el Río Corb, que recorre paralelamente el límite norte del segundo incendio y desagua en el Segre. La cabeza del segundo incendio se paró justo en el Río Corb, entre las poblaciones de Rocafort de Vallbona y Nalec. Este río, al encajarse en la llanura, ha contribuido a generar desniveles en las ondulaciones de las tierras cercanas y suministrar rasgos comunes para las poblaciones situadas en ambas orillas, que comparten tierras de cultivo e históricamente el agua.

La diferencia de desnivel en el área de estudio no es muy elevada, el punto más elevada es el turó del Isidre cerca del punto de inicio del segundo incendio a 700 metros de altitud y la zona más baja es al Río Corb a 422 m de altitud, entre las poblaciones de Rocafort de Vallbona y Nalec.

En la figura 3 se muestra que los valores de las pendientes son inferiores al 50% en la mayor parte del territorio. Las diferencias de elevación y pendiente contribuyen a las variaciones de temperatura y humedad relativa, estas variaciones afectan a la cantidad de precipitación recibida, la fecha en que la nieve se derrite, y la fecha en que la vegetación se seca. Este dato es de suma importancia tanto en el comportamiento del incendio, como su influencia en la mortalidad de los árboles.



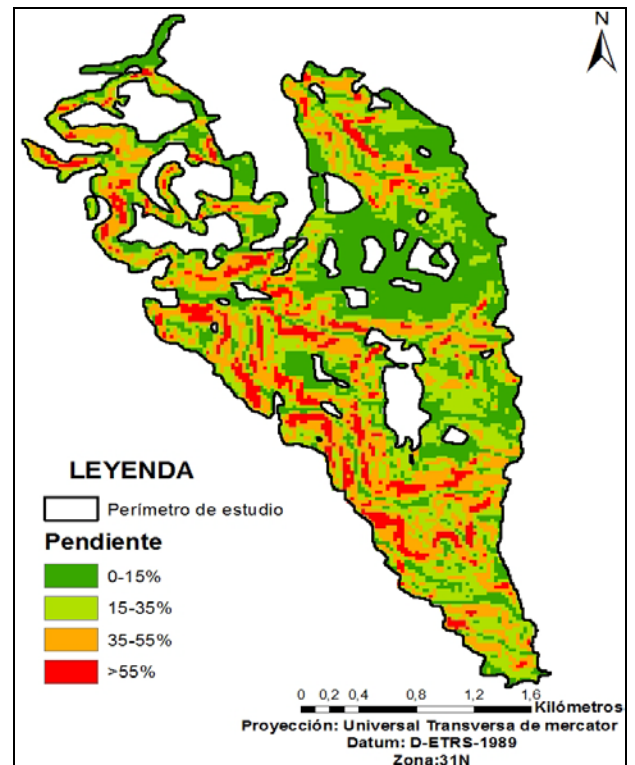
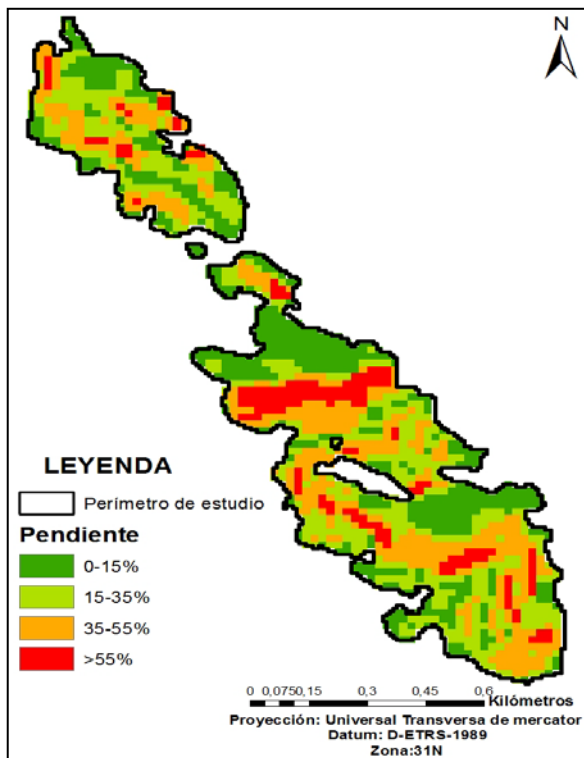


Figura 3. Pendiente de los incendios 1 (izquierda) y 2 (derecha) de Rocallaura. Fuente: elaboración propia.

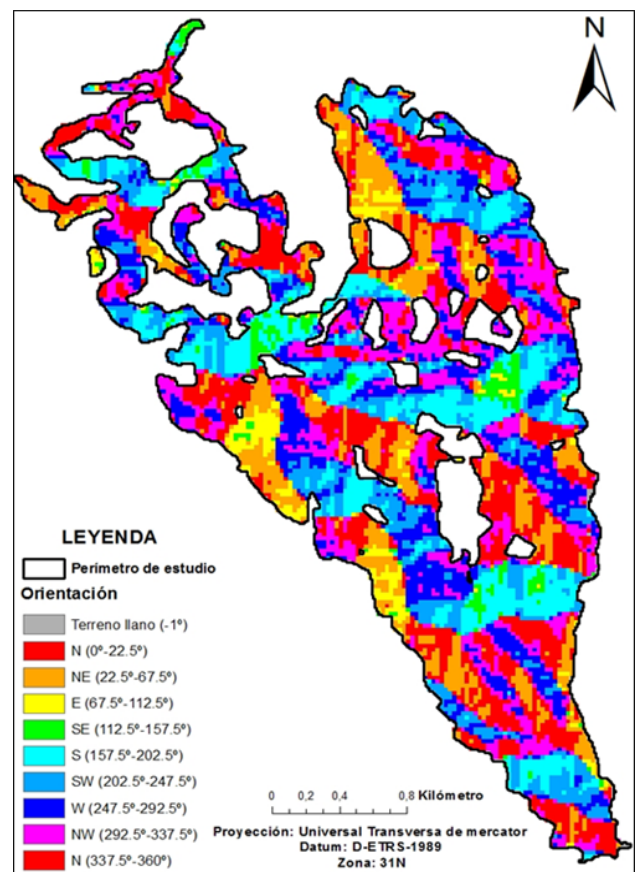
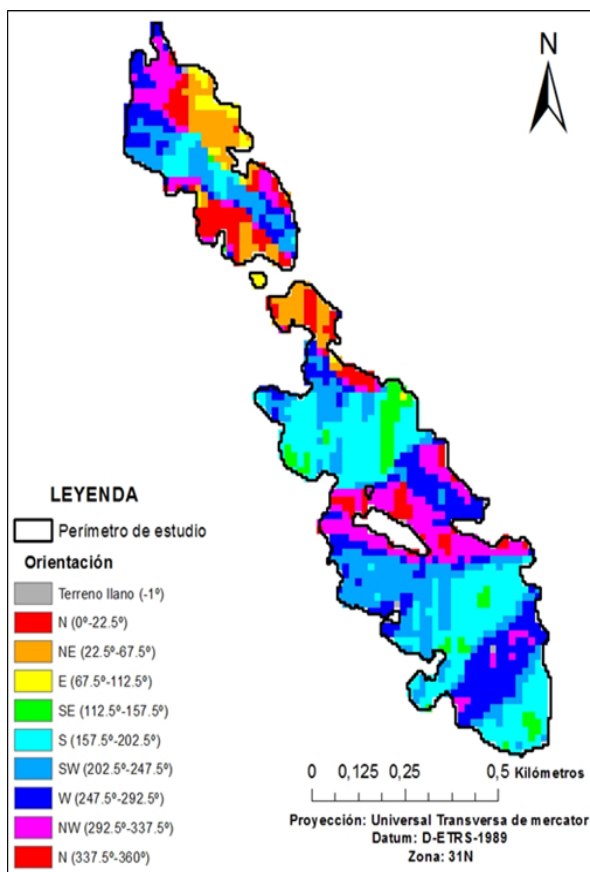


Figura 4. Orientación de los incendios 1 (izquierda) y 2 (derecha) de Rocallaura. Fuente: elaboración propia.

En la zona del incendio la exposición dominante es la solana (este, sureste, sur, suroeste, oeste), tal y como se observa en la figura 4. Estas exposiciones destacan por tener un elevado grado de insolación y una humedad más baja que la umbría. Esta insolación es fundamental para la explicación de la mortalidad de los árboles y la vegetación en general, la cual está enormemente adaptada a largos periodos de sequía estival sin apenas aportaciones de humedad. Las zonas de umbría (noroeste, norte, noreste) se limitan a las laderas N de los barrancos más cerrados, aunque por la latitud a la que se encuentra la zona, reciben una elevada insolación durante la época estival.

El clima de la comarca del Urgell es Mediterráneo Continental Seco (tabla 2). La distribución de la precipitación es irregular, con dos máximos en primavera y en otoño y un total anual escaso. De estos dos máximos, destaca el de otoño en el sur, donde se encuentra la zona de estudio. De los mínimos de precipitación del invierno y el verano, no hay ninguno de ellos que destaque por encima del otro. El régimen térmico es caluroso en verano y frío en invierno, implicando una amplitud térmica. Además, los meses estivales se consideran áridos. El período libre de heladas comprende entre los meses de mayo y septiembre inclusive.

Tabla 2. Datos climáticos de la estación de Sant Martí de Río corb. Fuente: [www.meteocat.cat](http://www.meteocat.cat).

(Evp (mm): Evapotranspiración de referencia; Pp (mm): precipitación; Tmax (°C): temperatura media de las máximas; Tmin (°C): temperatura media de las mínimas; Tmed (°C): temperatura media).

Dato	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Evp(mm)	28.03	36.28	65.87	96.69	128.56	159.88	185.15	157.8	94.93	57.34	29.42	-150.14	<b>889.81</b>
Pp(mm)	4.4	73.1	21.4	46.1	34.4	25.2	4.3	4.3	32.7	43.7	48.9	9.3	<b>347.8</b>
Tmax(°C)	17.9	18.3	21.9	23.3	28.2	33.2	36.8	34.6	34.7	27.7	20.6	15.9	<b>26.09</b>
Tmin(°C)	-1.6	-2.5	-0.7	2.7	2.9	9.2	11	12.6	9.5	4.1	0.9	-3.1	<b>3.75</b>
Tmed(°C)	7.3	7.4	8.4	12	15.5	20.8	24.5	23.6	20.6	15.3	9.1	3.7	<b>14.01</b>

Los meses más secos son julio y agosto con 4,3 mm de precipitación, registrándose la máxima en febrero con 73,1 mm. El diagrama ombrotérmico correspondiente a la estación de Sant Martí de Río Corb (figura 5) pone de manifiesto la presencia de un periodo seco muy marcado entre los meses de mayo a octubre.

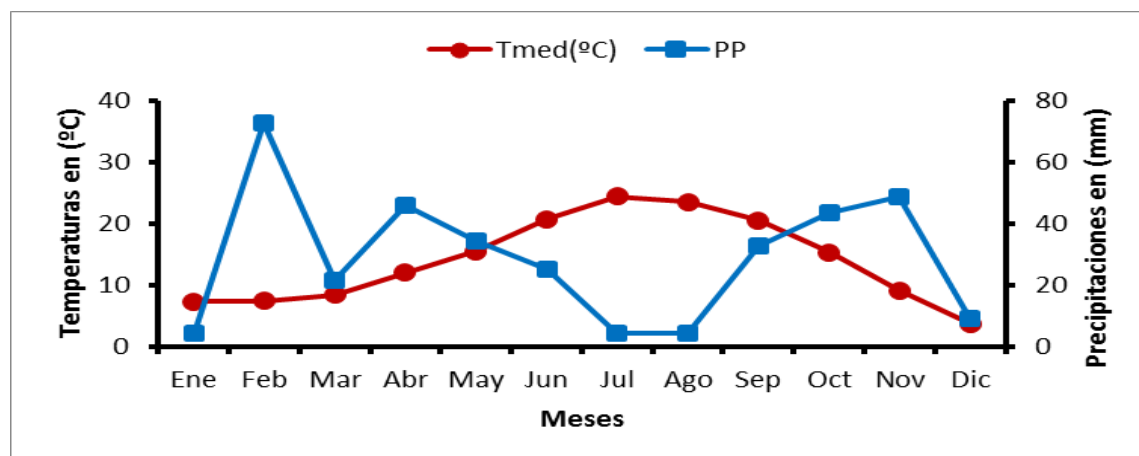


Figura 5. Climograma ombrotérmico de la comarca del Urgell en 2016. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la web del meteocat.

El primero y el segundo incendio afectaron a una superficie de 100,89 y 678,86 ha de superficie agrícola y forestal, respectivamente. Los incendios se propagaron por un entramado agroforestal, con bosque mediterráneo poco gestionado en muchas zonas, intercalado con cultivos de secano, principalmente de olivo y de almendro. En los últimos años, tanto la zona del incendio como toda la región del suroeste de Catalunya, en general, ha acumulado sequía invernal y estival aumentando la disponibilidad del combustible y facilitando la propagación del fuego.

Las condiciones meteorológicas correspondientes al día de inicio del incendio de Rocallaura 1 son desfavorables, la temperatura máxima de 31°C muy cercana a la media mensual, de 33°C, con una mínima que no bajo de 17°C. Humedad relativa mínima del 20%, máxima nocturna de 39%, viento sostenido en el incendio de 11-13 km/h con racha máxima del viento (2 m) de 32 km/h-141°, superiores (figuras 6 y 7). Estas variables meteorológicas tienen efectos considerables en la ignición, la propagación y la intensidad del incendio que pueden influir sobre la mortalidad de los árboles.

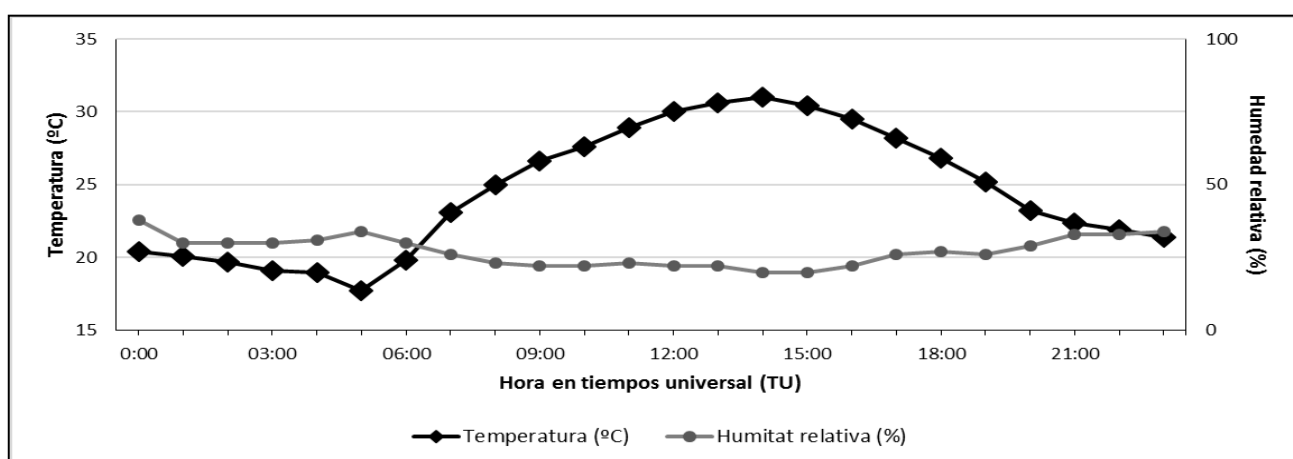


Figura 6. Registros de temperatura y humedad relativa del 23/06/2016. Fuente: elaboración propia, datos de la estación meteorológica de Sant Martí de Río Corb.

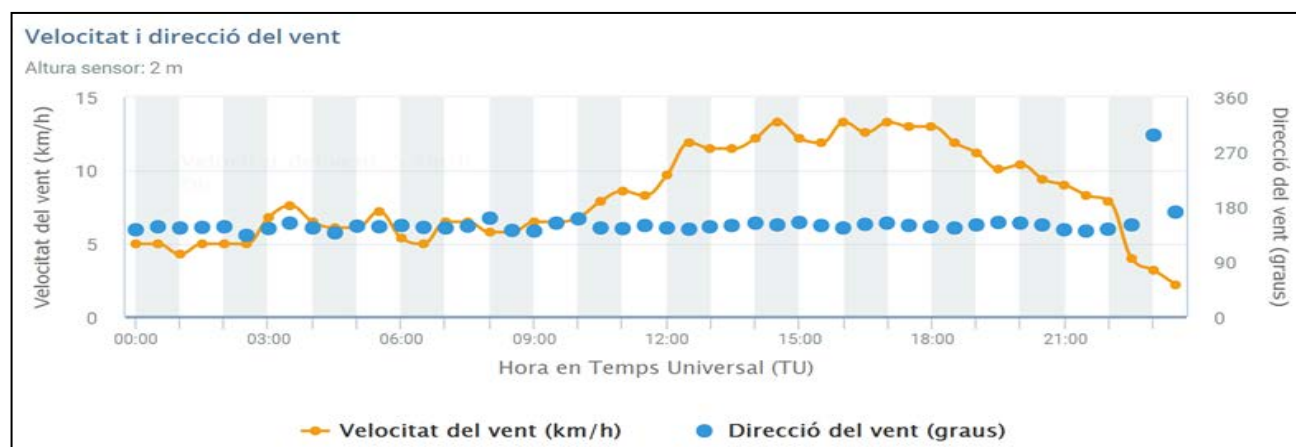


Figura 7. Registro de velocidad y dirección del viento del 23/06/2016. Fuente: [www.meteocat.cat](http://www.meteocat.cat), datos de la estación meteorológica de Sant Martí de Río Corb.

En Rocallaura 2 el fuego se propagó con intensidad variable, causando una diversidad de efectos en el ecosistema. La diversidad de intensidades del fuego creó un mosaico de zonas quemadas que permiten romper la masa de vegetación densa y homogénea de algunas zonas que existía previa al incendio. Así, el nuevo mosaico de zonas verdes intercaladas con zonas quemadas y cultivos creó nuevos espacios para la colonización de las especies de zonas verdes contiguas, facilitando la regeneración del bosque y fomentando la biodiversidad de especies.

Las condiciones meteorológicas precedentes y del día de inicio del incendio de Rocallaura 2 determinaron la disponibilidad de los combustibles, una precipitación de solamente 4,3 mm mensual hasta el día del incendio había transcurrido 20 días sin llover. Con una temperatura máxima de 34°C y una temperatura mínima que no bajo de 15°C, se registró una humedad relativa mínima del 13%, máxima del 57% (figura 8). En las fases iniciales del incendio, debido a los fuertes vientos de sur, con rachas de más de 30 km/h, el incendio quemó con más intensidad, con una velocidad de propagación de 1800 m/h, llegando a longitudes de llama entre los 15 - 20 metros y lanzando focos secundarios puntuales a más de 500 metros de distancia y masivos a 200 metros. Se pudo observar las zonas de severidad media en las partes centrales y cercanas al punto de inicio del fuego. Las áreas de menor severidad se encuentran en los flancos y a la parte final de la cabeza donde las longitudes de llama fueron de 3 a 5 metros (figura 9).

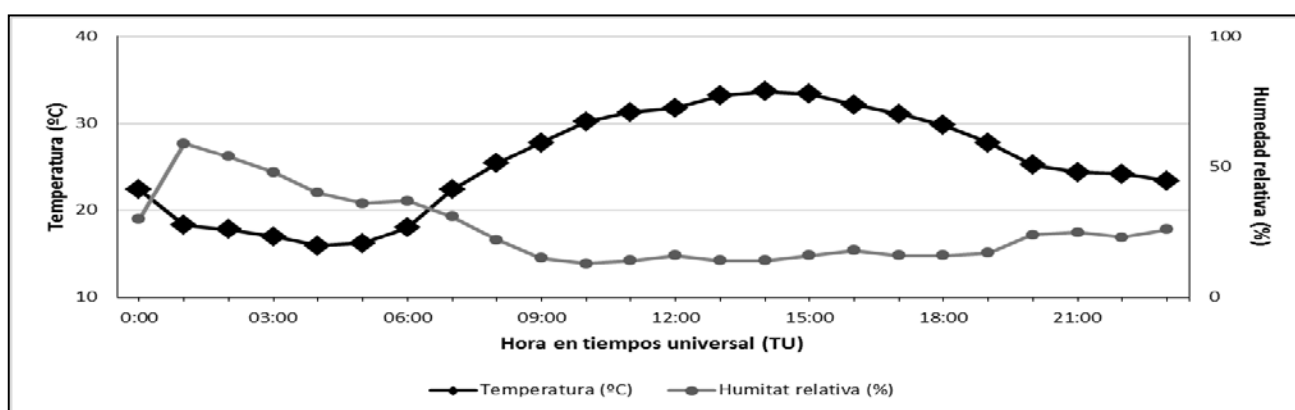


Figura 8. Registros de temperatura y humedad relativa del 19/07/2016. Fuente: elaboración propia, datos de la estación meteorológica de Sant Martí de Riucorb.

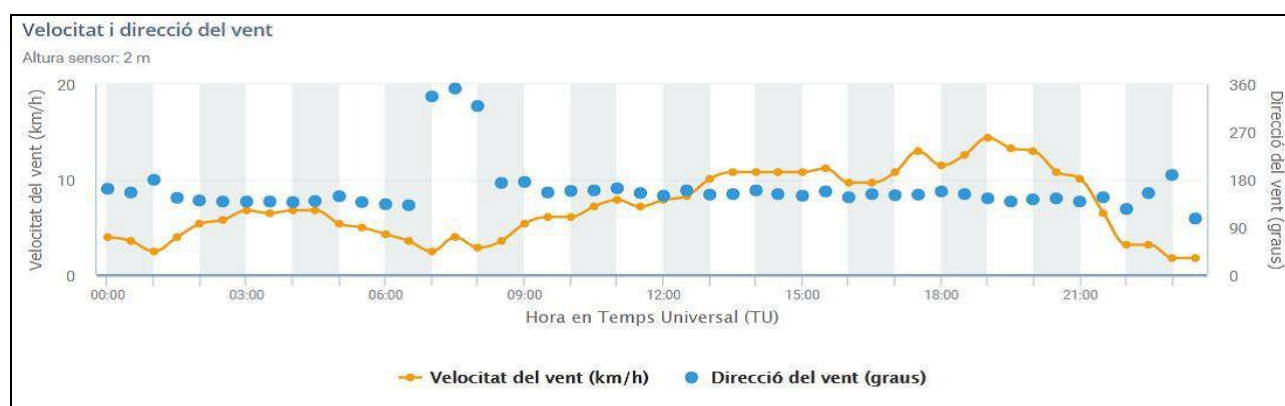


Figura 9. Registro de velocidad y dirección del viento del 19/07/2016. Fuente: [www.meteocat.cat](http://www.meteocat.cat), datos de la estación meteorológica de Sant Martí de Riucorb.

El día 19 de julio, hubo más de 80 incendios en Catalunya, esto limitó las tareas de extinción ya que al haber simultaneidad de incendios no se pudieron destinar todos los recursos necesarios al incendio. A las primeras horas del incendio se produjo un fuego con más potencial que el de Rocallaura a pocos kilómetros, eso hizo que se tuvieran que movilizar recursos del incendio de Rocallaura, disminuyendo así el número de efectivos. Fue en ese momento cuando el fuego se abrió por el flanco derecho, generando dos cabezas separadas entre sí por campos de cultivo. Una cabeza se extinguió al alcanzar el núcleo de la población de Rocafort de Vallbona, y la otra al alcanzar el núcleo de la población de Nalec, y a las inmediaciones del Río Corb.

Por las cicatrices de los pinos más grandes, se deduce que la zona no sufría incendios desde los años 40, durante la Guerra Civil. El único incendio posterior a los años 40 que afectó parte del área de estudio es un incendio que quemó 46 ha alrededor de la población de Nalec al año 2009.

Cerca de Rocallaura, donde se originó el fuego, durante la década del 2000 hay registrados 3 incendios de menos de 10 ha cada uno. Todos ellos tuvieron un comportamiento de fuego topográfico y se originaron en situación sinóptica de advección de sur como en el caso de estudio.

### 3.1.2. Incendio de La Pobla de Montornès

El día 5 de agosto de 2016 se originó por negligencia humana en la urbanización del Castillo de Montornès, en La Pobla de Montornès, el incendio forestal que se extendió por los municipios de Bonastre, Creixell y Vespella de Gaià afectando un total de 533,25 ha (figura 10).

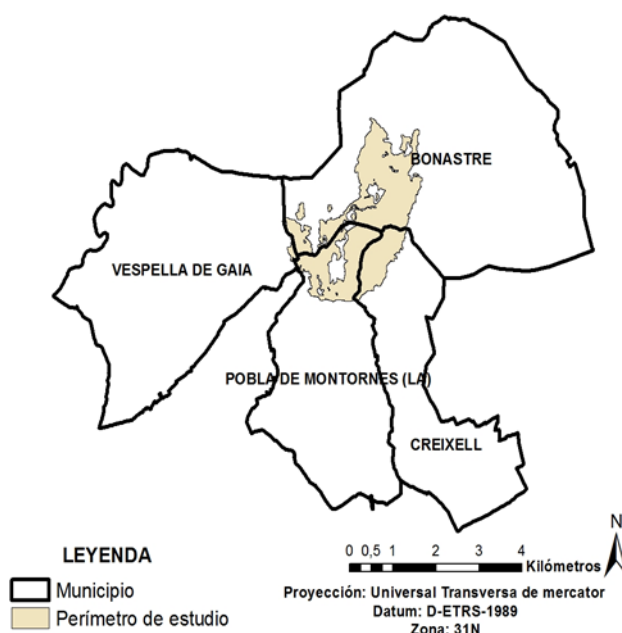


Figura 10. Localización del incendio de La Pobla de Montornès. Fuente: elaboración propia.



El relieve de la zona conllevó una extinción complicada del incendio, que se propagó dirección norte en una estructura de combustible compuesta de matorral y arbolado adulto de *P. halepensis* con dos flancos activos, un flanco izquierdo que va en dirección Salomón, y un flanco derecho en dirección Bonastre, en sentido contrario a la urbanización del Castillo de Montornès. En la tarde del mismo día habían declarado otros dos incendios (Estartit y de Pontils) que se estabilizaron mientras seguía activo el de La Pobla de Montornès, lo que permitió destinar todos los recursos necesarios al incendio.

La topografía del terreno es abrupta y viene caracterizada por ser una de las ultimas estribaciones de la cordillera litoral al nordeste, pasando por la llanura central y litoral hasta la franja litoral conocida como la Costa Dorada, destacando los cerros litorales que configuran un relieve irregular entre Tarragona y Altafulla. Lo cual determina la presencia de grandes barrancos de difícil acceso y que son en su mayoría inaccesibles. La altitud varía desde los 200 metros en las zonas más bajas hasta los 400 en los puntos más elevados.

Si se observa en la figura 11 la distribución de las pendientes, destaca que la mayor parte del territorio posee unas pendientes inferiores al 38%. Estas variables inciden directamente en los tipos y las cargas de combustible, y pueden influir tanto en el peligro de incendios en general como en la duración de la temporada de incendios.

El comportamiento del fuego y su propagación no dependen exclusivamente de la inclinación de la ladera, sino también de su aspecto u orientación. Que es mayoritariamente solana (figura 11), la orientación sur y suroeste reciben la mayor cantidad de luz solar directa. Como resultado de lo cual los combustibles alcanzan temperaturas más altas, las condiciones en general son más secas y el deshielo ocurre más temprano. Dichos aspectos tienden a ser más favorables para la propagación del fuego.

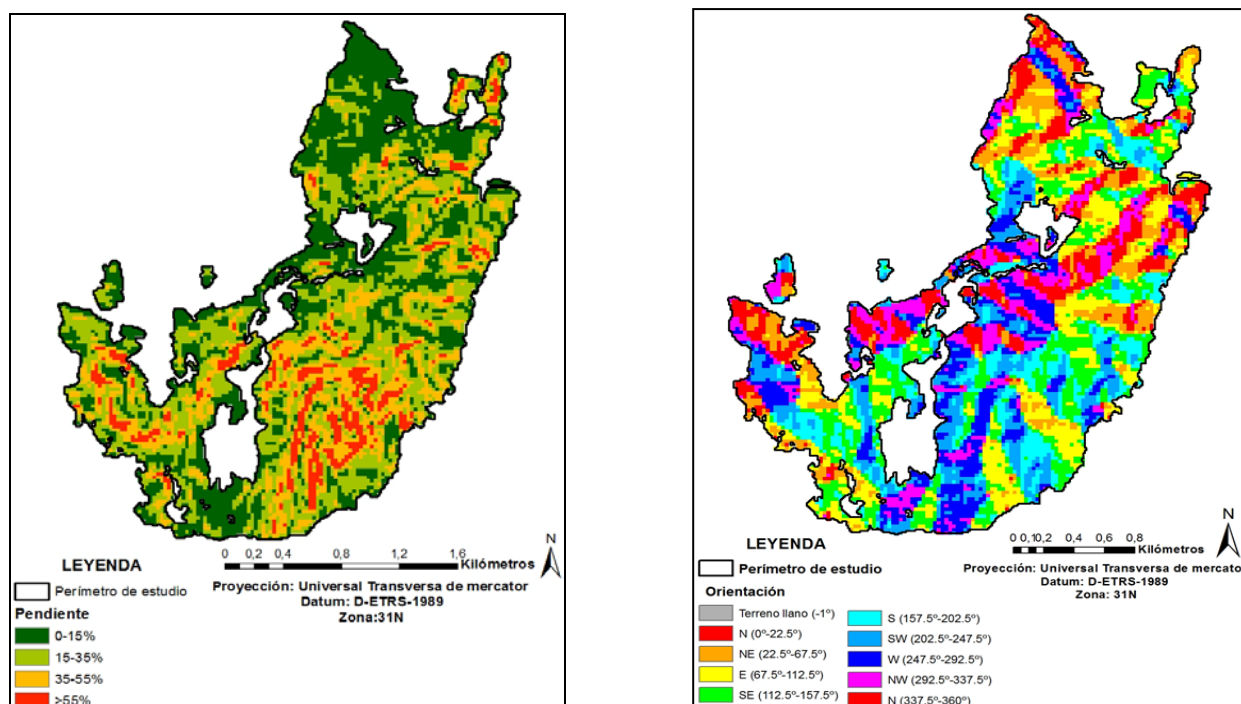


Figura 11. Pendiente (izquierda) y orientación (derecha) del incendio de La Pobla de Montornès. Fuente: elaboración propia.

El clima aquí es suave, y generalmente cálido y templado. La temperatura media anual es de 17,29°C, el escenario está sometido a un importante déficit de precipitación en la medida que los registros pluviométricos del año no alcanzan las medidas mensuales habituales de la zona. La temperatura media de enero fluctúa alrededor de los 11,8°C, y en julio y agosto se aproxima a los 25°C; con heladas que pueden producirse desde primeros de diciembre hasta finales de marzo y una época estival de sequía.

Tabla 3. Datos climáticos de la estación de Torredembarra. Fuente: [www.meteocat.cat](http://www.meteocat.cat).

Evp (mm): Evapotranspiración de referencia; Pp (mm): precipitación; Tmax (°C): temperatura media de las máximas; Tmin (°C): temperatura media de las mínimas; Tmed (°C): temperatura media.

Dato	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Evp(mm)	37.79	51.39	74.23	94.73	121.35	147.09	163.49	145.6	107.02	56.62	39.72	32.48	1071.51
Pp(mm)	1.1	37.1	50.2	56.5	17.6	3.3	18.8	33	58.6	105.1	76	32.4	489.7
Tmax(°C)	20.7	23.6	22.3	25.2	27.5	31.1	31.5	32.3	30.5	26.5	23.1	19.1	26.1
Tmin(°C)	1.6	1.8	3.5	7.7	6.5	13.7	16.9	18.2	13.2	10.8	5.7	1.8	8.45
Tmed(°C)	11.8	11.8	12.1	14.8	17.2	21.8	25.1	25.3	23.2	19	14.2	11.2	17.29

En la figura 12 se observa que la precipitación es la más baja en enero y junio, con un promedio de 1,1 mm y 3,3 mm respectivamente. Un promedio de 105,1 mm, la mayor precipitación que cao en octubre del año 2016.

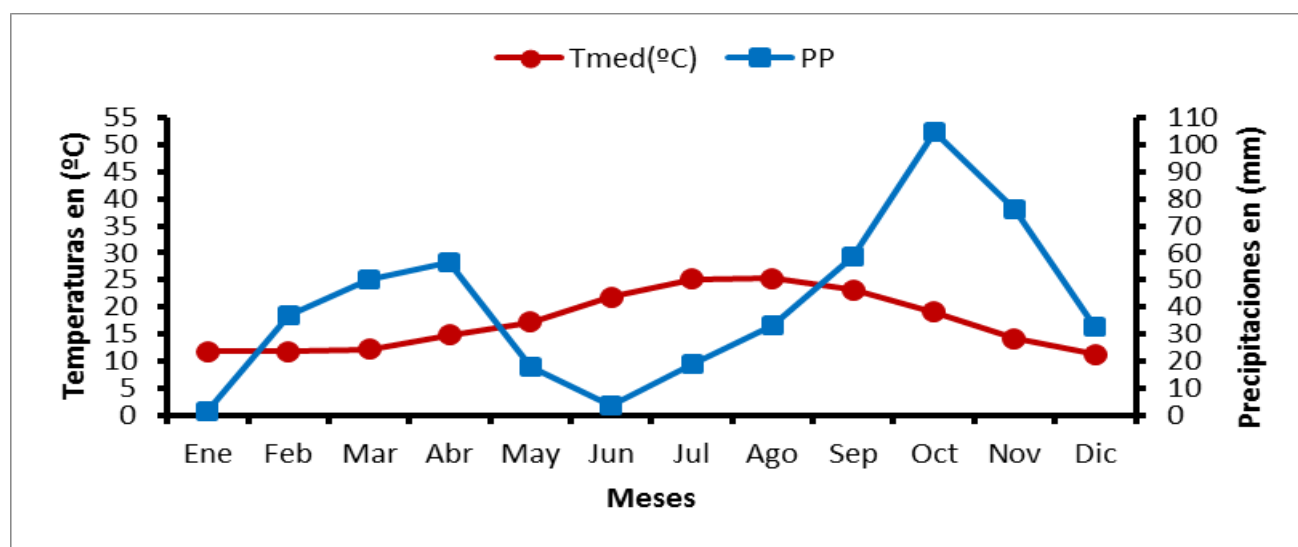


Figura 12. Climograma ombrotermico de la comarca de Tarragones en 2016. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la estación meteorológica de Torredembarra.

Durante el día de inicio del incendio se registró como muestra la (figura13) una temperatura máxima de 30,8 °C entre la 12:00-13:00 pm mientras la humedad relativa alcanzaba los 37% siendo un día caluroso y seco cambia el rumbo del viento. En la (figura 14) se registró datos de viento tanto la dirección como la velocidad, para las primeras horas del incendio y durante la que fue la mayor evolución del mismo, los regímenes de velocidad alcanzaron un máximo de 33,1 km/h con racha máxima de viento de 40 km/h y direcciones de procedencia Oeste y sur. A partir de la 19:00 pm se pudo apreciar un descenso en la velocidad del viento llegando a ser 11,5 km/h para volver a rodar a los 16 km/h entre la 10:30- 00:00 pm. Lo que facilito mucho las tareas de control del incendio a pesar de las condiciones de peligro en el inicio del incendio.

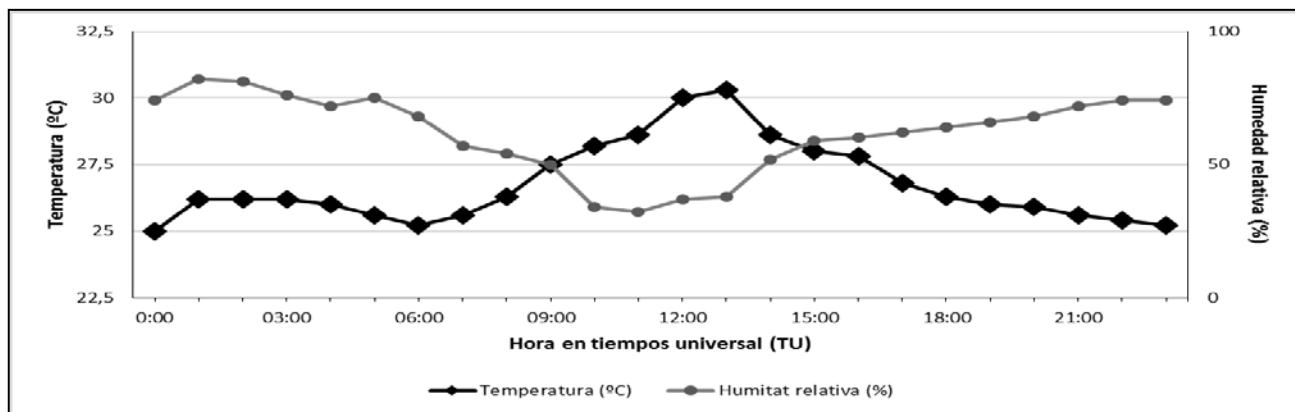


Figura 13. Evolución de la temperatura y humedad relativa del 05/08/2016. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la estación meteorológica de Torredembarra.

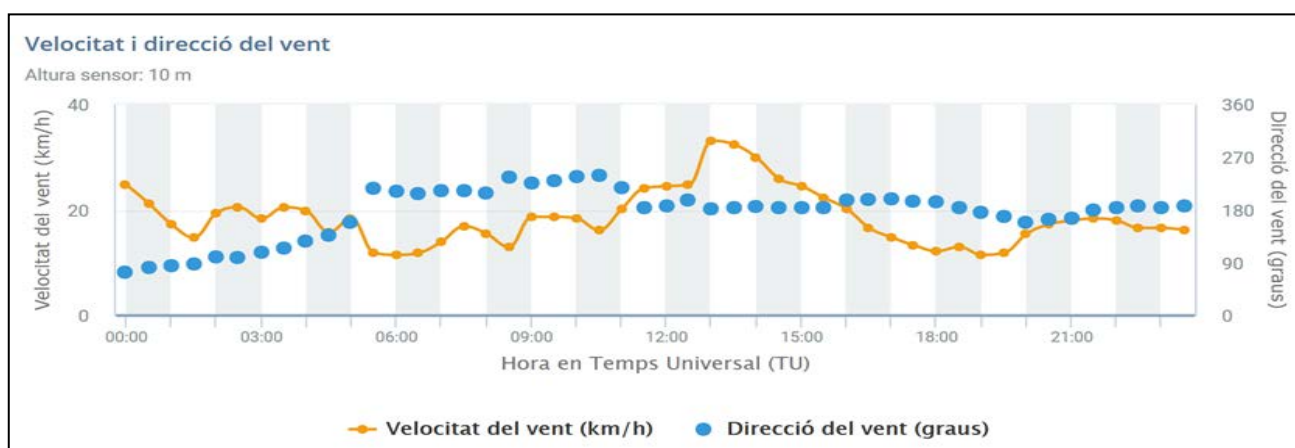


Figura 14. Evolución de la velocidad y dirección del viento del 05/08/2016. Fuente: [www.meteocat.cat](http://www.meteocat.cat), estación meteorológica de Torredembarra.

Se da el caso de que el incendio de La Pobla de Montornès, comenzó el mismo día que hace 23 años, el 5 de agosto de 1993, que quemó 800 hectáreas y provocó la muerte de 6 personas en Vespella de Gaià.

### 3.2. Toma de datos

Previo a la localización de los puntos de muestreo, se determinó la severidad del fuego sobre la vegetación, entendida como el efecto del fuego en un ecosistema, es decir, en plantas vivas, así como la cantidad y ubicación de la materia orgánica consumida durante un incendio (Ryan & Noste, 1985).

Esta severidad se determinó *in situ*, según adaptación de los criterios del *National Park Service* (2003) en tres niveles (tabla 4). Sólo se consideró la severidad sobre estrato arbóreo y estrato de matorral, pues no existen zonas exclusivas de pasto en las áreas quemadas y el pasto existente bajo arbolado y/o matorral ha sido totalmente consumido.



Tabla 4. Clasificación de la severidad (National Park Service, 2003)

Severidad	Arbolado	Matorral
<b>Baja</b>	Hojas y pequeñas ramitas parcial o completamente consumidas; ramas intactas.	Hojas y pequeñas ramitas parcial o completamente consumidas; ramas intactas; menos del 60% de la copa ha sido consumida
<b>Media</b>	Follaje, ramitas y pequeños tallos consumidos; algunas ramas están presentes.	Follaje, ramitas y pequeños tallos consumidos; algunas ramas (6-1 cm) están presentes; del 40- 80% de la copa ha sido consumida.
<b>Alta</b>	Todas las partes de la planta consumidas; dejando parte o nada de grandes tallos o troncos; lo que queda están completamente carbonizadas.	Todas las partes de la planta están carbonizadas, dejando solo tocones mayores a 1cm de diámetro.

Una vez determinada la severidad, se ubicaron las parcelas de muestreo en puntos representativos de las distintas características del territorio y de la vegetación, de modo que se recogiera la mayor variabilidad posible en relación a la fisiografía del terreno. Para ello se tuvieron en cuenta las siguientes variables, además de la severidad:

- Orientación
- Pendiente

A lo anterior se debe sumar la limitación en la accesibilidad que posee la zona, por lo que se debe asumir, por cuestiones prácticas, que las parcelas se situaron a una distancia máxima de 100 m de una vía de acceso. Tras los trabajos de campo de localización de las parcelas, su ubicación y sus características se muestran en los (anexos I y II).

La toma de datos en cada parcela se realizó mediante transectos, el transecto se estableció en función de cada área dividida en unidades homogéneas teniendo en cuenta de la época en la que ocurrieron los incendios, la orientación y la pendiente.

Las dimensiones de los transectos fueron aproximadamente de 30 m de longitud y 4 m de anchura (120 m<sup>2</sup>), abarcando un número mínimo de treinta árboles. Estas dimensiones podrían variar independientemente de que se alcanzan un número de treinta árboles dentro del transecto y permitieron el trabajo cómodo de dos personas, una a cada lado del eje longitudinal (figura 15).

Dentro del transecto se registraron todos los árboles en el mismo. De esta forma a partir del conocimiento de la especie objeto de estudio, de las masas concretas que se quiere muestrear y del transecto como posible método de muestreo, se hace factible la aplicación de este para la toma de datos en campo requiriendo que se cumplan una serie de condiciones:

- La vegetación predominante que debe ser homogénea en altura y densidad para que afecte uniformemente la visibilidad en todo el recorrido.
- La topografía del terreno también debe tener condiciones de visibilidad semejantes en todo su largo.
- Los individuos deben tener la misma probabilidad de ocupar cualquier punto del área.

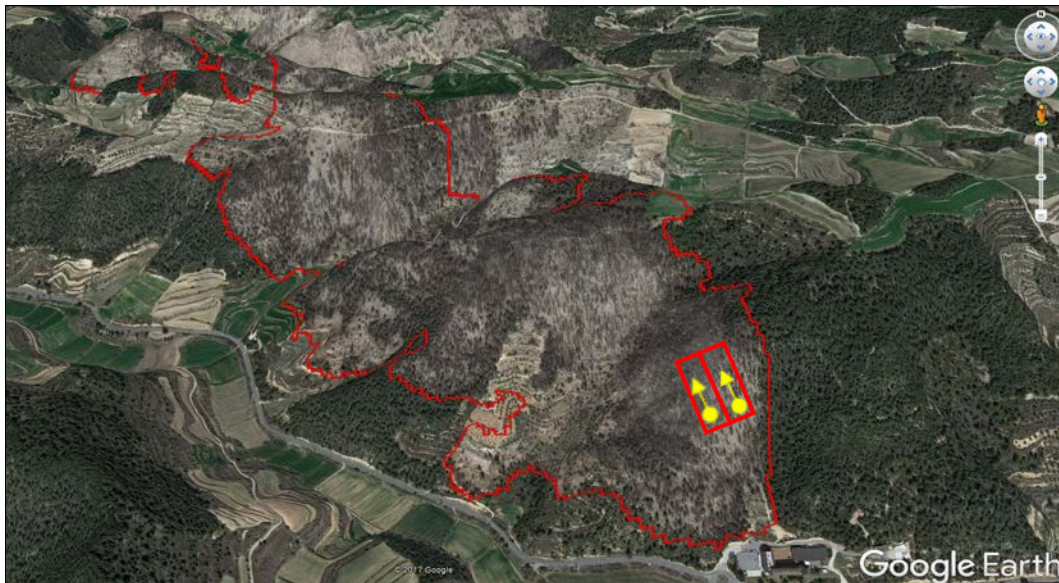


Figura 15. Esquema de avance en la ejecución del transecto. Fuente: elaboración propia.

Las variables registradas en cada uno de los árboles comprendidos en el transecto fueron: diámetro normal ( $dbh_{1.30}$ ), la altura total del árbol ( $h_t$ ), la altura en la primera rama verde ( $h_{rv}$ ), la altura máxima de fuste afectado por el fuego ( $h_{fa}$ ), la altura de socarrado mínimo ( $h_{sm}$ ), el porcentaje de copa afectada ( $\%Ca$ ), el estado de vigor del árbol ( $E_v$ ), la época de los incendios y el diámetro de las ramillas del sotobosque. Aparte de estos parámetros descritos se han realizado otro tipo de anotaciones como el estado sanitario de los arboles (daños visibles en la corteza, insectos existentes en el tronco y presencia de resinación en el tronco o ramas).

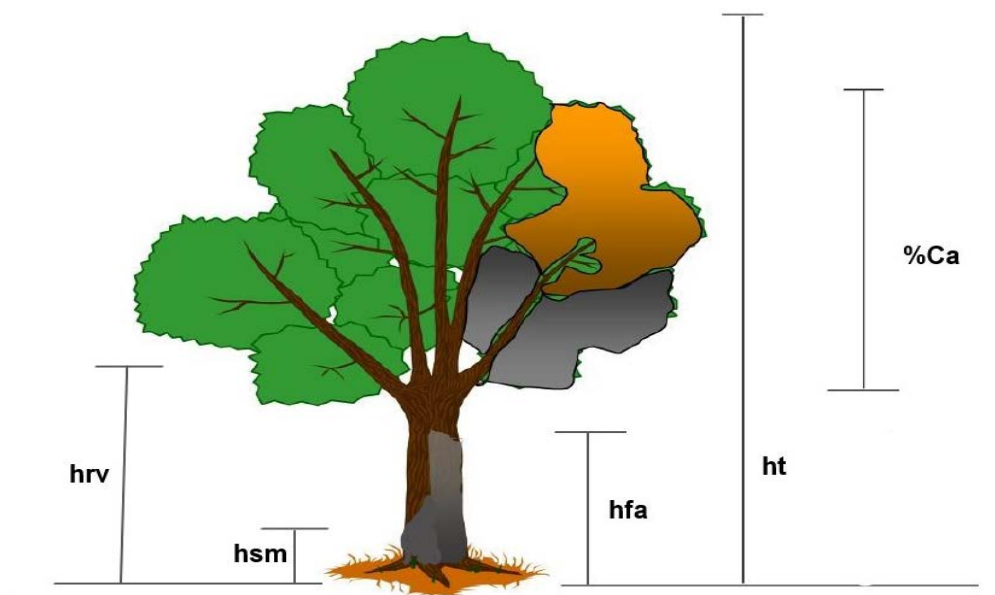


Figura 16. Representación de algunos parámetros medidos en la parcela de estudio: la altura total del árbol ( $h_t$ ), la altura en la primera rama verde ( $h_{rv}$ ), la altura máxima de fuste afectado por el fuego ( $h_{fa}$ ), la altura de socarrado mínimo ( $h_{sm}$ ), el porcentaje de copa afectada ( $\%Ca$ ). Fuente: elaboración propia.

Para la determinación de la severidad del incendio en cada transecto se utilizó la metodología descrita por Moreno & Oechel (1989) para lo cual se midió el diámetro de las ramillas en la siguiente especie arbustiva *Quercus coccífera*.

Para la medición de estos parámetros se utilizó una cinta métrica, el calibre pie de rey respectivamente para el diámetro normal, basal a 1.3 y el diámetro de las ramillas del sotobosque (figura 16).

Se utilizó un hipsómetro clinómetro Vertex, para la medición de las diferentes alturas de los árboles afectados y se observó todo lo relacionado con el estado sanitario de los mismos (figura 17).

Se estimó visualmente el porcentaje de copa quemada, observando en todos los lados. Se consideró afectado, los follajes que cambiaron de color como resultado del incendio, pero que no se consumieron (McHugh y Kolb, 2003).



Figura 17. Mediciones con la cinta métrica (izquierda) y con el calibre pie de rey (derecha).



Figura 18. Mediciones con el vertex (izquierda) y observación del estado de vigor (derecha)



Las variables explicativas de la mortalidad medidas, por tanto, en cada transecto se recogen en la tabla 5. La selección de las variables se basó en factores que fueron significativos en estudios previos o sospechosos de ser relevantes para los procesos analizados en la mortalidad de las coníferas. Las mediciones realizadas en cada transecto fueron registradas en una tabla preparada para anotar los datos de las variables medidas, las características del trasecto y toda la información relevante encontrada durante el registro. Los datos se tomaron en un total de 12 transectos, cuatro por cada incendio, las tablas completas se incluyen en los (anexos III).

Tabla 5. Tipos de variable de estudio.

<b>Variables</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Niveles</b>
Variable respuesta		
Estado de vigor del árbol	Dicotómica	Vivo/Muerto
Variables explicativas		
Diámetro normal	Numérica	Continúa
Altura total del árbol	Numérica	Continúa
Altura máxima del fuste afectado por el fuego	Numérica	Continúa
Altura en la primera rama verde	Numérica	Continúa
Altura de socarrado mínimo	Numérica	Continúa
Porcentaje de copa afectada	Numérica	Continúa
Diámetro de la ramilla del sotobosque	Numérica	Continúa
Época	Categórica	Primavera/Verano
Orientación árbol	Categórica	Solana/Umbría
Geoforma	Categórica	Ladera/Llano
Estado fitosanitario	Categórica	Si/No
Resinaciones	Dicotómica	Si/No
Insectos visibles	Dicotómica	Si/No
daño visible a la corteza	Dicotómica	Si/No

### 3.3. Análisis estadístico de los resultados

Hemos agrupado los datos tomados en cada transecto por incendio y por las características de los mismos, así como los árboles de las diferentes zonas fueron similares agrupamos también los datos del conjunto de incendios.

De esta forma, hemos conseguido acumular los datos de 376 árboles, 253 vivos y 123 muertos afectados por fuego clasificados como muertos o vivos de acuerdo con la presencia / ausencia de follaje verde y otros daños notables, con los cuales hemos realizado el análisis estadístico que se incluyen en los (anexos IV).

Para la determinación de la severidad en cada transecto por incendio, se calculó la media y el coeficiente de variación del diámetro de las ramillas de *Quercus coccifera*.

A partir de diversos análisis de regresión logística mediante el programa JMP 12, se han determinado las variables que mostraron mayor relación con la mortalidad de los árboles en cada incendio y en el conjunto de los incendios. Para describir la relación entre una variable de respuesta, el estado del árbol (vivo o muerto) y un conjunto de variables explicativas. La variable dependiente es binaria y dicotómica, la variable independiente que explica la mortalidad a su vez fue analizada mediante regresión múltiple como variable dependiente para su interpretación y su posible relación con las demás variables.

Para predecir la mortalidad de *P halepensis* en función de los factores que influyen en la misma, usualmente se utilizan un modelo logístico que tiene la forma Beverly y Martell (2003):

$$P_m = \frac{1}{1 - e^{-(b_0 + b_1x_1 + \dots + b_nx_n)}}$$

Dónde:  $P_m$  es la Probabilidad de mortalidad en el intervalo 0 a 1;  $X_1$  y  $x_n$  son las variables independientes y  $b_0$  y  $b_n$  son los coeficientes de regresión.

Se utilizó la regresión logística para modelar la probabilidad de mortalidad de *P halepensis* en función de las variables explicativas de estudio.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Análisis de severidad

Los valores medios de los diámetros mínimos de las ramillas de *Quercus cooccifera* afectados por el fuego no mostraron una elevada variabilidad, ni entre los diferentes transectos realizados en cada incendio ni entre incendios (tabla 6). El rango de variación del diámetro mínimo medio osciló entre 0,99 y 1,46 mm en Rocallaura 1 y de 1,07 a 1,65 mm en Rocallaura 2 y entre 1,10 y 1,82 mm en Poble de Montornès. Estos valores, por su homogeneidad y reducido valor impiden usarlos para la caracterización de la severidad del incendio en los diferentes transectos.

Tabla 6. Valores medios y coeficiente de variación del diámetro (d) mínimo (mm) de las ramillas de *Quercus cooccifera* afectados por el fuego.

INCENDIOS	TRANSECTO 1		TRANSECTO 2		TRANSECTO 3		TRANSECTO 4		RANGO
	d	CV (%)	d	CV (%)	d	CV (%)	d	CV (%)	
Rocallaura 1	1,20	16,2	0,99	16,1	1,46	19,87	1,11	39,66	0,99 – 1,46
Rocallaura 2	1,28	14,74	1,65	22,52	1,07	17,56	1,31	21,33	1,07 – 1,65
La Poble de Montornès	1,35	12,87	1,43	31,21	1,10	19,7	1,82	26,54	1,10 – 1,82

### 4.2. Análisis de mortalidad

El análisis se realizó primero para cada uno de los tres incendios estudiados y luego en conjunto.

#### 4.2.1. Por incendio

Utilizadas todas las variables consideradas en el estudio (cuantitativas y categóricas) solo el porcentaje de copa afectada (%Ca) resultó significativa ( $p < 0,0001$ ) en los dos incendios de Rocallaura (tabla 7), no obteniendo ninguna variable significativa en el caso del incendio de la Poble de Montornès.

Tabla 7. Grado de significación del modelo de regresión logística considerando la totalidad de las variables del estudio.

Incendios	-Log-verosimilitud	Grados de libertad	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado	R <sup>2</sup>
Rocallaura 1	23,44	11	107,23	< ,0001	0,69
Rocallaura_2	36,18	11	85,02	< ,0001	0,54

Como consecuencia que la única variable explicativa que ha resultado significativa en ambos modelos es el porcentaje de copa afectada (%Ca) se realizó un análisis de regresión logística utilizando esta única variable para los dos incendios (tabla 8).

Tabla 8. Estimación de parámetros en el modelo de regresión logística de la mortalidad de *P. halepensis* para los incendios de Rocallaura 1 y 2.

Incendio	Término	Estimación	Error Estándar	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Rocallaura 1	Constante	-6,80	1,34	25,85	< ,0001
	%Ca	0,091	0,017	30,09	< ,0001
Rocallaura 2	Constante	-6,75	1,28	27,56	< ,0001
	%Ca	0,082	0,015	30,17	< ,0001

La función de regresión logística ha permitido calcular el gráfico de probabilidad de mortalidad según el porcentaje de copa afectada (%Ca) para los incendios 1 y 2 de Rocallaura (figura 18).

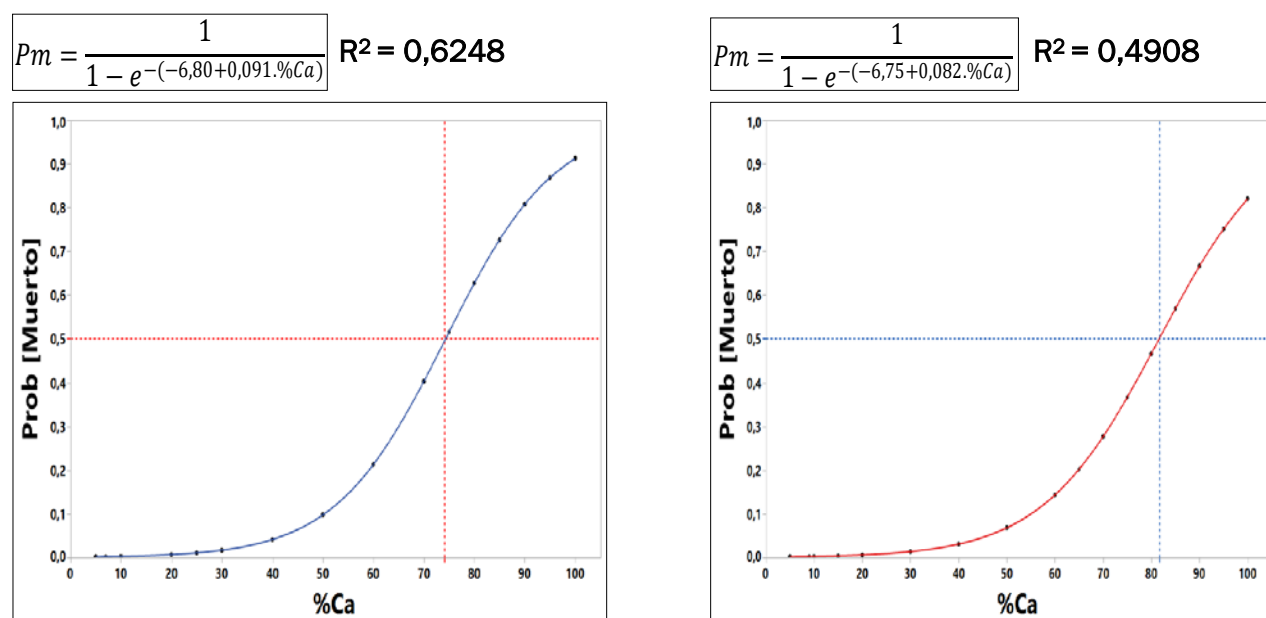


Figura 19. Función de probabilidad de la mortalidad de los pies de *P. halepensis* según el porcentaje de copa afectada en los incendios 1 (izquierda) y 2 (derecha) de Rocallaura.

En la figura 1, un nivel umbral de probabilidad de 0,5 corresponde a altos valores de porcentaje de copa afectada (74,10 y 81,70%) en los incendios 1 y 2 de Rocallaura, respectivamente.

La función de la probabilidad de mortalidad frente al porcentaje de copa afectada tuvo alto valores de R<sup>2</sup>. El análisis indicó que los modelos predichos daban buenos resultados para *P. halepensis* con R<sup>2</sup> = 0,6249 y R<sup>2</sup> = 0,4908 para los incendios de Rocallaura 1 y 2, respectivamente.

#### 4.2.2. Para el conjunto de incendios

En los tres incendios de estudio el modelo de regresión logística fue significativo siendo el porcentaje de copa afectada (%Ca) la única variable significativa ( $p < 0,0001$ ) (tabla 9). Desarrollado el modelo de regresión logística para esta única variable se obtuvo un modelo con una elevada  $R^2$  (0,625).

Tabla 9. Estimación de parámetros en el modelo de regresión logística de la mortalidad de *P. halepensis* para los tres incendios estudiados.

Término	Estimación	Error Estándar	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Constante	-7,97	0,90	77,51	< ,0001
%Ca	0,10	0,010	87,51	< ,0001

La función de regresión logística ha permitido calcular el gráfico de probabilidad de mortalidad de *P. halepensis* según el porcentaje de copa afectada para el conjunto de los tres incendios (figura 2).

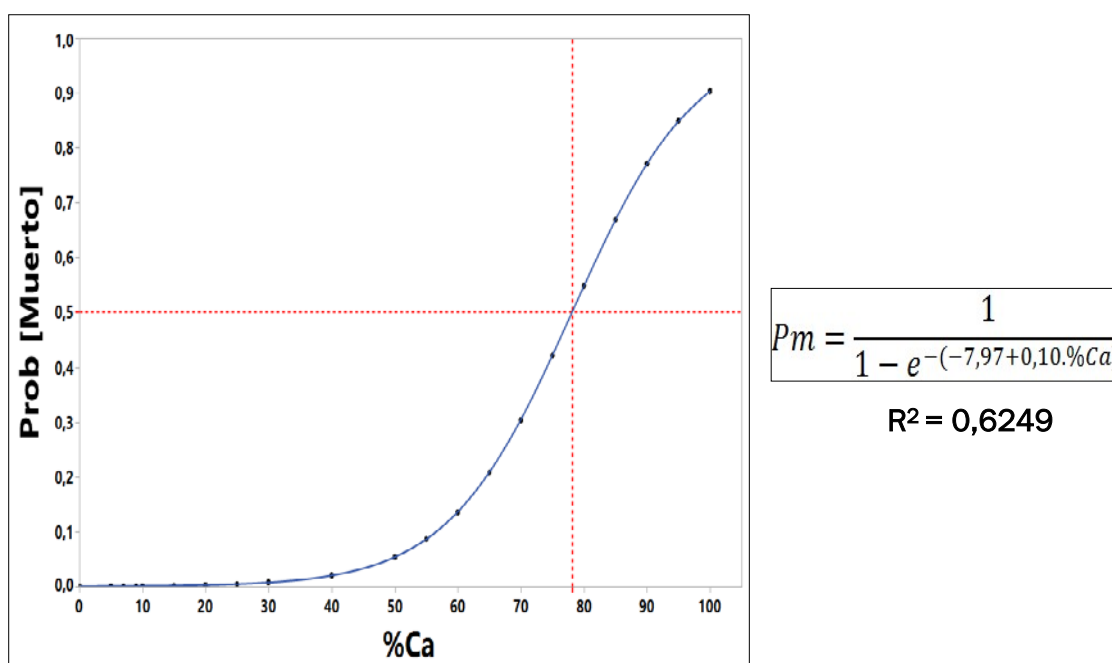


Figura 20. Función de probabilidad de la mortalidad de los pies de *P. halepensis* según el porcentaje de copa afectada en los tres incendios estudiados.

El alto valor de  $R^2 = 0,6249$  es muy similar al obtenido en el incendio de Rocallaura 1. El nivel umbral de probabilidad de 0,5 se corresponde con un alto valor de porcentaje de copa afectada (78,10%), valor medio de los registrados para los incendios de Rocallaura (Figura 19).



### 4.3. Análisis del porcentaje de copa afectada

Como consecuencia de que el porcentaje de copa afectada ha resultado ser la única variable significativa que explica la mortalidad de *P. halepensis*, en los dos incendios de Rocallaura y en el conjunto de los tres incendios estudiados, se ha analizado si alguna de las variables explicativas estudiadas influye en el porcentaje de copa afectada.

#### 4.3.1. Por incendio

En un análisis previo con todas las variables explicativas de carácter cuantitativo solo las variables de altura de socarrado mínimo ( $h_{sm}$ ) y la pendiente ( $P$ ) resultaron significativas en el incendio de Rocallaura 1. Para estas dos variables se realizó un modelo de regresión múltiple. En el caso del incendio de Rocallaura 2 resultaron significativas las variables: la altura total del árbol ( $h_t$ ), altura en la primera rama verde ( $h_{rv}$ ) y la altura máxima del fuste afectado por el fuego ( $h_{fa}$ ) (tabla 10).

Para valorar el grado de independencia o colinealidad de las variables que resultaron significativas se determinó el índice VIF (factor de inflación de la varianza). Cuanto más próximo sea este valor a la unidad es mayor la independencia entre las variables y menor la correlación. Para estimar el peso de las variables en el modelo se determinó el coeficiente beta estandarizado.

Tabla 10. Estimación de parámetros en el modelo de regresión logística de la mortalidad de *P. halepensis* para los dos incendios de Rocallaura.

Rocallaura_1						
Término	Estimación	Error Estándar	Razón t	Prob > t	Beta estandarizado	VIF
Constante	-168,61	33,12	-5,09	<,0001	0	.
hsm (m)	13,84	4,35	3,18	0,0019	0,24	1,031
P (%)	8,08	1,27	6,36	<,0001	0,486	1,031
Rocallaura_2						
Constante	68,41	9,76	7,01	<,0001	0	.
ht (m)	-5,726	1,40	-4,08	<,0001	-0,428	1,82
hrv (m)	3,074	0,997	3,08	0,0026	0,307	1,65
hfa (m)	8,688	1,314	6,61	<,0001	0,581	1,27

En el incendio de Rocallaura 1 los valores del índice VIF (1,031) mostraron la ausencia de colinealidad entre la pendiente y la altura mínima de socarrado, siendo la pendiente del terreno la variable de mayor peso en el modelo. En el incendio de Rocallaura 2 los valores de VIF para las diferentes variables significativas (1,82; 1,65; 1,27) mostraron ausencia de colinealidad entre ellas, siendo la variable que contribuye con mayor peso en el modelo la altura máxima del

fuste afectado por el fuego, seguido de la altura total del árbol y por último la altura de la primera rama verde (tabla 10).

#### 4.3.2. Para el conjunto de incendios

Para los tres incendios estudiados solo resultó significativa la variable de altura de socarrado mínimo ( $h_{sm}$ ) (tabla 11).

Tabla 11. Estimación de parámetros en el modelo de regresión de la mortalidad de *P. halepensis* para el conjunto de los tres incendios estudiados.

Término	Estimación	Error Estándar	Razón t	Prob > t
Constante	43,689	2,174	20,09	<,0001
$h_{sm}$ (m)	8,35	1,116	7,49	<,0001

## 5. DISCUSIÓN

---

### *Análisis de la severidad*

En el análisis de la severidad del incendio en los diferentes transectos, se obtuvo valores medios de los diámetros mínimos de las ramillas de *Quercus coccifera* afectados por el fuego muy homogéneos y reducidos ( $< 2$  mm) por lo que todos ellos pertenecen al menor de los intervalos definido por Moreno & Oechel (1989). El análisis permitió descartar la caracterización de la severidad aplicando esta metodología, de acuerdo con esto se consideró conveniente tener en cuenta de la severidad determinada *in situ* previo a la localización de los puntos de muestreo según adaptación de los criterios del *National Park Service* (2003). Esta última metodología, aunque es muy utilizada en estudios de ecología del fuego, presenta una gran limitación, en el caso de nuestro estudio, al correlacionar severidad con el porcentaje de copa afectada. Esta correlación justifica haber prescindido de la severidad en los análisis realizados posteriormente.

### *Análisis de la mortalidad*

De los numerosos estudios sobre mortalidad en especies de coníferas en el ámbito mediterráneo y boreal se han seleccionado los más significativos que sirven a la discusión de nuestros resultados (tabla 12).

El porcentaje de copa afectada (%Ca) fue la única variable que explicó la mortalidad en ambos incendios de Rocallaura y en el conjunto de los incendios. Este resultado coincide en parte con lo registrado por Rigolot (2004) indica que la mortalidad después del incendio de *P. halepensis* era una función del porcentaje de copa afectada, el espesor de la corteza, con la disminución del diámetro a altura normal. Ryan Kevin (1982), Wyant et al. (1986), Hull Sieg et al. (2006) encontraron también que el porcentaje de copa afectada era la principal causa de la mortalidad después de los incendios en *Pinus ponderosa* y *Pseudotsuga menziesii*.

En este sentido, Vega et al. (2011) plantearon incluir esta variable como el predictor más útil de la supervivencia de las coníferas arbóreas después del fuego, en la línea de lo propuesto anteriormente por otros autores (Peterson & Arbaugh, 1986; Ryan y Reinhardt, 1988; Finney & Martin, 1992; Harrington, 1993; Mutch y Parsons, 1998; Stephens & Finney, 2002; Hood & Bentz, 2007).

Además, se observó alta mortalidad por altos valores de porcentaje de copa afectada (74,10%; 81,70%; 78,10%), para una probabilidad de mortalidad igual a 0,5 en ambos incendios de Rocallaura y el conjunto de los tres incendios. Estos resultados son similares al reportado por Rigolot (2004) para *P. halepensis* señala que cuando el factor de copa oscilaba entre 5000 y 9000 (70% y 95% de copa quemada) tenía más probabilidades de morir si el grosor de corteza era menor de 1 cm. Cuando el factor de copa era inferior a 5000 (menos del 70% de copa afectada) y la altura del árbol era superior a 11 m, *P. halepensis* tenía más probabilidades de morir sólo cuando el máximo de la corteza era de 3 cm.

Coincidimos también en la similitud de los resultados al registrado por Catry et al. (2010) para *Pinus pinaster* y superior al observado por Botelho et al. (1998), esta variación es considerable también en el caso de estudios realizados sobre *P. halepensis*.

El nivel de umbral antes mencionado contrasta con lo observado por Vega et al. (2011), que detectaron que el umbral de copa afectada que determinaba la mortalidad de los árboles de *P. pinaster* era el 68% cuando había constancia de daños por escolítidos. En el caso de no apreciarse estos daños, los valores de copa afectada inferiores al 50% registraron una probabilidad de mortandad del 12%.

Según estos autores los mejores parámetros en *P. halepensis* que predijeron la mortalidad post-incendio fueron la altura del árbol afectada, el diámetro normal, el perímetro basal, el espesor de la corteza del diámetro normal y los insectos perforadores, que se han reproducido de forma importante en los árboles vivos, pero parcialmente afectados por el incendio durante todo el año siguiente al del incendio (Rodrigo et al., 2009). Los cuales no coinciden con lo obtenido en este estudio por lo que se considera la implicación de los insectos perforadores al proceso en la primavera siguiente al incendio en la que realizan sus vuelos de reproducción, sin embargo, la toma de datos en este estudio fue aproximadamente seis meses después que ocurrieron los incendios.

#### *Análisis de las variables que influyen el porcentaje de copa afectada*

La pendiente y la altura mínima de socarrado fueron las variables que explicaron el porcentaje de copa afectada en el incendio de Rocallaura 1, siendo la pendiente la variable de mayor peso en el modelo. La influencia de la pendiente puede justificarse por el comportamiento del fuego, que en los puntos muestreados durante el incendio por el Cuerpo de Bomberos fue de flancos ascendentes. A mayor pendiente, sin viento, la longitud de llama es mayor y por tanto hay más intensidad de transferencia de energía y una mayor altura mínima de socarrado y un mayor efecto del fuego sobre la copa. Ninguna de estas dos variables ha sido registrada en los estudios analizados anteriormente (tabla 12) como influyentes en la mortalidad.

La altura máxima del fuste afectado por el fuego, la altura total del árbol y la altura de la primera rama verde son las variables que influyeron en el porcentaje de copa afectada en el incendio de Rocallaura 2, siendo la variable de mayor peso la primera. La influencia de estas variables puede entenderse por el comportamiento del fuego que, en este caso, lo tuvo de flancos ascendentes de carrera corta que es todo lo contrario al de Rocallaura 1. Considerando que la altura máxima del fuste afectado por el fuego está relacionada con la intensidad de la línea de fuego (Wagner, 1973, Albin, 1976), a mayor velocidad del viento menor altura máxima del fuste afectado por el fuego y menor altura de la primera rama verde por lo tanto menos porcentaje de copa afectada. En este sentido a menor altura total del árbol mayor afectación en la copa. Se ha encontrado en otros trabajos (Wyant et al., 1986; Lovreglio et al., 1999; Hanula et al., 2002) estas variables como buen indicador de mortalidad, con estos trabajos, son comparables sólo parcialmente por sus influencias en el porcentaje de copa que a su vez ha sido buen indicador de la mortandad.

La influencia de la altura de socarrado mínimo en el porcentaje de copa afectada para el conjunto de incendios se explica por la variabilidad observada en el comportamiento del fuego en cada uno de los incendios. Keyser et al (2006) señalan que el porcentaje del tronco carbonizado por debajo de 30 cm contribuyó a la mortalidad de los árboles de menos de 40 cm, pero se hizo menos influyente en función de mayores diámetros y cortezas. Coincidiendo en parte con nuestro resultado, aunque el estudio se realizó sobre *Pinus ponderosa* no sobre *Pinus halepensis*. Estudios posteriores permitirán también determinar con exactitud esta relación.

Tabla 12. Análisis comparado de los estudios sobre la mortalidad en coníferas en diferentes ámbitos.

Variable explicativa	Especies	Zona de estudio	Tipo de fuego	Umbral de porcentaje de copa afectada	Referencia
(DBH, cm), altura del árbol (H, m), espesor de la corteza y el porcentaje del volumen de la copa quemado (CVS, %).	<i>Pinus halepensis</i> y <i>Pinus pinea</i> .	Sureste de Francia	Incendio	<p><i>Pinus halepensis</i>: 70-95%→ grosor de corteza &lt; 1 cm.</p> <p>&lt;70%→h (m) &gt; 11 muere solo si el grosor de corteza =3 cm.</p> <p><i>Pinus pinea</i>: 90-99%→longitud de tronco carbonizado &gt; 60%(muere) y cuando es &lt; 30% sobreviva</p>	Rigolot, 2004
Se midió un conjunto de veinticinco variables para cada árbol etiquetado y se utilizó para reflejar las características del árbol antes del fuego y el daño por incendio, que podrían influir en la mortalidad después del incendio (Apéndice A). Siendo las más significativas: Daño a la copa y en el tronco, severidad del fuego de superficie, presencia de Ips.	<i>Pinus pinaster</i> Ait.	Cuenca mediterránea (España)	Incendio	<p>68% con constancia de daños por escolítidos.</p> <p>Inferior a 50% sin escolítidos.</p>	Vega et al. (2011)
Dbh; Altura del árbol; Altura máxima del quemado; Promedio Copa viva; Porcentaje de copa quemada; Longitud de la copa viva;  Variable más significativa: Altura máxima del quemado y Porcentaje de copa quemada.	<i>Pinus ponderosa</i> y <i>Pseudotsuga menziesii</i> .	Colorado, EE.UU	Fuego prescrito	50 % de copa afectada tendría un efecto marcado diferente en un árbol de 10 m de altura frente a un árbol de 20 m de altura, ya que la cantidad de copa viva sería muy diferente.	Wyant et al., 1986



<p>Dbh, altura, Copa (diámetro, radio), grosor de corteza (radio, pendiente ascendiente y descendiente), altura del quemado, porcentaje de copa quemada, porcentaje de área basal quemada y los daños causados por los insectos.</p> <p>Siendo las variables más significativas el porcentaje de copa quemada y área basal quemada en la predicción de la mortalidad de <i>Pinus contorta</i>. En el caso de <i>Pseudotsuga menziesii</i> fueron el porcentaje de copa quemada y los daños causados por los insectos.</p>	<p><i>Pinus contorta</i> y <i>Pseudotsuga menziesii</i></p>	<p>EE. UU (Montana, Idaho y Wyoming).</p>	<p>Incendio</p>	<p>Los árboles con más de 90% de copa afectada se pueden considerar muertos.</p> <p>Se destaca la supervivencia de <i>Pseudotsuga menziesii</i> a un umbral de 90% de Copa afectada sin daños causados por los insectos.</p> <p>En <i>Pinus contorta</i> los resultados del análisis de la tabla de contingencia indican que pocos árboles sobreviven con más de 90% de copa afectada.</p>	<p>Peterson y Arbaugh, 1986</p>
<p>Altura del árbol, diámetro normal, grosor de la corteza, altura de quemadura, Porcentaje de copa afectada y ataque de insectos.</p> <p>Siendo la más significativa Porcentaje de copa afectada y el grosor de la corteza.</p>	<p><i>Pinus contorta</i>, <i>Pseudotsuga menziesii</i>, <i>Larix occidentalis</i>, <i>Picea engelmannii</i>, <i>Abies lasiocarpa</i>, <i>Thuja plicata</i>, <i>Tsuga heterophylla</i></p>	<p>EE.UU (Montana, Idaho, Oregón y Washington)</p>	<p>Fuego prescrito</p>	<p>100% de copa afectada sobrevive cuando la corteza es &gt; 3 cm.</p> <p>Todos los árboles con el 100% de la copa afectada mueren.</p>	<p>Ryan y Reinhardt, 1988</p>
<p>Diámetro normal, consumo de combustible superficial, intensidad de la línea de fuego, espesor de la corteza. Siendo El diámetro de los árboles, el consumo de combustible superficial, la longitud de la llama y el quemado de la copa fueron predictores significativos en todos los modelos.</p>	<p><i>Sequoia semprevirens</i></p>	<p>California, EE. UU</p>	<p>Fuego prescrito</p>	<p>La habilidad de <i>Sequoia semprevirens</i> para brotar a lo largo de las ramas después del daño foliar del fuego es inusual entre las coníferas y contribuye a una incidencia de baja mortalidad.</p>	<p>Finney y Martin, 1992</p>



Época del incendio (primavera, verano y otoño); dbh; %Ca.	<i>Pinus ponderosa</i> .	Colorado, EE.UU.	Fuego prescrito	<p>La mortalidad disminuyó con el aumento del diámetro del árbol.</p> <p>30-70% de Copa afectada mortalidad similar entre las épocas de incendio.</p> <p>70-90% de copa afectada aumento sustancialmente en las temporadas latentes y de crecimiento.</p> <p>Alta mortalidad en un 90-100% de copa afectada.</p> <p>La mortalidad en los incendios de la estación de crecimiento parece ser baja a moderada hasta que el daño de la copa excede del 70 al 75%</p> <p>Concluyeron que, sin el consumo de copa, la probabilidad de supervivencia es alta cuando el % de copa afectada es inferior al 90%.</p>	Harrington, 1993
Dbh, la clase de dosel, la altura total $\geq 1,4$ m, porcentaje de copa afectada, signos y síntomas de la incidencia de insectos y patógenos.	<i>Abies concolor</i> , <i>Abies magnifica</i> , <i>Pinus lambertiana</i> , <i>Sequoiadendron giganteum</i> , <i>Calocedrus decurrens</i> , <i>Pinus jeffreyi</i> , <i>Quercus kelloggii</i> .	California, EE. UU.	Fuego prescrito	<p>75% de árboles &lt;50 cm y el 25% de árboles &gt; 50 cm fueron muertos por el fuego.</p> <p>Con 85% de quemadura de la copa, la mortalidad aumentó considerablemente.</p> <p>Todos los árboles murieron con más de 90% de quemadura de la copa.</p>	Mutch y Parsons, 1998

Diámetro normal, el porcentaje de volumen de la copa quemada, la altura de la copa quemada y el consumo de suelo forestal local.	<i>Abies concolor</i> , <i>Pinus lambertiana</i> , <i>Pinus ponderosa</i> , <i>Calocedrus decurrens</i> , <i>Sequoiadendron giganteum</i> .	Sur de la Sierra Nevada, California	Fuego prescrito	<p>No hubo mortalidad en <i>Sequoiadendron giganteum</i> con un porcentaje de copa afectada inferior al 90-95%.</p> <p>Menos del 90% sobrevivieron y esto fue independiente del DBH.</p> <p>Como factor dominante en la mortalidad, pero el consumo de suelo forestal fue significativo en tres de cuatro especies de coníferas estudiadas.</p> <p>A medida que el porcentaje de copa afectada aumenta por encima del 60%, la probabilidad de mortalidad aumenta fuertemente.</p>	Stephens & Finney, 2002
Porcentaje de la copa quemada, lesión de cambium, DBH, espesor de la corteza, densidad de la masa, consumo de suelo forestal local	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Montana, EE.UU	Incendio	<p>Menos del 9% de los árboles con más del 80% de quemadura de copa afectada estaban vivos 4 años después del incendio.</p> <p>La medida adicional de incendio inducida por lesión cambium proporcionó mayor poder predictivo que la copa.</p>	Hood & Bentz, 2007
DBH, Altura total del árbol, Longitud del fuste limpio, diámetro de la copa, Altura del quemado y el Volumen de copa afectada observado	<i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Pinus contorta</i> , <i>Abies lasiocarpa</i> , <i>Thuja plicata</i>	EE:UU (Montana y Idaho)	Incendio	<p>Las diferencias medias entre los volúmenes calcinados y observados de la copa fueron relativamente pequeñas para, <i>Abies lasiocarpa</i>, los árboles con forma de copa de elipsoide y de cilindro, y los árboles con un volumen de escoria de 76-100%.</p>	Peterson, 1985





DBH, altura total del árbol, grosor de la corteza, porcentaje del volumen de la copa dañado, altura máxima de la corteza del fuste carbonizado, expresada como porcentaje de la altura del árbol, altura máxima del fuste afectado expresada en (porcentaje).	Bosques mixtos (11 especies diferentes: coníferas, latifoliadas).	Centro de Portugal	Incendio	<p>En el caso de las coníferas, el volumen de la copa dañado fue el factor más importante para determinar la mortalidad.</p> <p>Porcentaje de copa afectada <math>\geq 50\%</math> corresponde a 50% de probabilidad de mortalidad para <i>Pinus. pinea</i> y un 60% para <i>P. pinaster</i>.</p>	Catry et al. (2010)
Altura del quemado, proporción de la copa quemada, fracción del volumen de la copa quemada y volumen de la copa quemada por estimación visual.	<i>Pinus pinaster</i>	Norte de Portugal	Fuego prescrito	Los datos indican que el daño al quemado de la copa, expresado como el volumen o la longitud de la copa afectada, es un mejor predictor de la mortalidad de los árboles que la altura del quemado	Botelho et al. (1998)
Diámetro de los árboles, daño de fuego de la corona y, severidad del fuego del sotobosque y presencia de insectos de un total de 5.083 árboles.	<i>Pinus ponderosa</i>	EE.UU, Intermountain West	Incendio	El modelo agrupado clasificó correctamente la mortalidad después del incendio a los 3 años del 89,9% de los árboles y tuvo una puntuación ROC de 0,96. En el paso de validación externa, el modelo clasificó correctamente la mortalidad después del incendio a los 3 años del 96% de 1.361 árboles en un incendio forestal de 2001. Los resultados y una serie de estudios previos sugieren que un modelo de dos variables usando el volumen de quemadura de copa afectada en porcentaje y el volumen consumido de la copa tendrán aplicabilidad más allá del Intermountain West.	Sieg et al. (2006).

## 6. CONCLUSIONES

---

El modelo de severidad de Moreno & Oechel (1989) en los incendios de Rocallaura y La Pobra Montonès valorados sobre la afección a *Quercus coccifera* no han mostrado una suficiente variabilidad que hayan permitido la discriminación en diferentes clases.

La mortalidad en *P. halepensis* ha quedado justificada por el porcentaje de copa afectada en los incendios de Rocallaura, aunque no resultó explicativa para el de La Pobra Montonès. Asimismo, el porcentaje de copa afectada resultó la única variable significativa en el análisis de la mortalidad para los tres incendios analizados conjuntamente.

Las variables que influyen en el porcentaje de copa afectada dependen de los incendios, estudiados, aunque están correlacionadas con distintos parámetros que evalúan la altura alcanzada por el fuego en el árbol y con la fisiografía.

En incendios con comportamiento de flancos ascendentes y velocidad reducida de viento, como en el incendio de Rocallaura 1, la pendiente ha resultado la variable más significativa en la explicación del porcentaje de copa afectada.

En incendios con comportamiento de flancos ascendentes y de carrera corta, como en el caso de Rocallaura 2, la altura total afectada por el fuego es la variable que mejor explica el porcentaje de copa afectada.

La influencia de altura de socarrado mínimo en el porcentaje de copa afectada obtenida en el análisis de los tres incendios conjuntamente debe ser analizada en posteriores estudios para conocer su grado de relación.

No se ha detectado la influencia de variables bióticas en la mortalidad de *P. halepensis* (presencia de Ips) como consecuencia de la época en la que se realizaron los muestreos anteriores a la del vuelo de los adultos.

Los valores de porcentaje de copa afectada que determinan un porcentaje de mortalidad del 50% son altos (74,10; 81,70; 78,10) en referencia a los registrados en estudios anteriores. Esto podría estar condicionado por la falta de seguimiento temporal de la mortalidad en estos incendios.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Ackerly, D., Knight, C., Weiss, S., Barton, K., & Starmer, K. (2002). Leaf size, specific leaf area and microhabitat distribution of chaparral woody plants: contrasting patterns in species level and community level analyses. *Oecologia*, 130(3), 449–457.  
<https://doi.org/10.1007/s004420100805>.
- Albini, F. A. (1976). Estimating wildfire behavior and effects. USDA Forest Serv Gen Tech Rep INT- 30, 92 p. Interrot Forest and Range Exp Stn, Ogden, Utah.
- Attiwill, P. M. (1994). The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservative management. *Forest Ecology and Management*.  
[https://doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)90114-7](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)90114-7)
- Beverly, J. L., & Martell, D. L. (2003). Modeling *Pinus strobus* mortality following prescribed fire in Quetico Provincial Park, northwestern Ontario. <https://doi.org/10.1139/X02-209>
- Botelho, H. S., Fernandes, P. M., & Ruas, L. L. S. (1998). Modeling *Pinus pinaster* Tree Damage Induced by Up-slope Wind driven Prescribed Fires in Northern Portugal. *Weather*, 100, 12–16.
- BOTELHO, H. S. (1996). Efeitos do fogo controlado em árvores de povoamento jovens de *Pinus pinaster*. *Vila Real, Portugal: UTAD*.
- Bowman, D. M. J. S., Balch, J. K., Artaxo, P., Bond, W. J., Carlson, J. M., Cochrane, M. A., ... Pyne, S. J. (2009). Fire in the Earth System.
- Catry, F. X., Rego, F., Moreira, F., Fernandes, P. M., & Pausas, J. G. (2010). Post-fire tree mortality in mixed forests of central Portugal. *Forest Ecology and Management*, 260(7), 1184–1192. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.07.010>
- Chapin, F. S., Randerson, J. T., McGuire, A. D., Foley, J. A., & Field, C. B. (2008). Changing feedbacks in the climate-biosphere system. *Frontiers in Ecology and the Environment*.  
<https://doi.org/10.1890/080005>
- Cubo, J. E., Enríquez, E., Gallar, J. J., Jemes, V., López, M., Mateo, M. L., ... Parra, P. J. (2012). Los incendios forestales en España Decenio 2001–2010. *Ministerio de Agricultura, Alimentación Y Medio Ambiente, Madrid*.
- Curtin, R. A. (1966). The effect of fire on tree health and growth. *New South Wales Forest Commission Technical Paper*, 13, 21–35.
- Díaz-Delgado, R., Lloret, F., Pons, & X., Ciencias, F., & Az-Delgado, R. D. (2003). International Journal of Remote Sensing Influence of fire severity on plant regeneration by means of remote sensing imagery Influence of fire severity on plant regeneration by means of remote sensing imagery, 24(8), 1751–1763.  
<https://doi.org/10.1080/01431160210144732>
- Finney, M. A., & Martin, R. E. (1993). Modeling effects of prescribed fire on young-growth coast redwood trees. *Canadian Journal of Forest Research*, 23(6), 1125–1135.
- Gill, A. M. (2013). Fire and The Australian Flora: A Review.  
<https://doi.org/10.1080/00049158.1975.10675618>
- González, J. R., & Pukkala, T. (2007). Characterization of forest fires in Catalonia (north-east Spain). *European Journal of Forest Research*. <https://doi.org/10.1007/s10342-006->



0164-0

- Hanula, J. L., Meeker, J. R., Miller, D. R., & Barnard, E. L. (2002). Association of wildfire with tree health and numbers of pine bark beetles, reproduction weevils and their associates in Florida. *Forest Ecology and Management*, 170(1), 233-247.
- Harrington, M. G. (1993). Predicting *Pinus ponderosa* Mortality From Dormant Season and Growing-Season Fire Injury. *International Journal of Wildland Fire*, 3(2), 65–72. Retrieved from <https://doi.org/10.1071/WF9930065>
- Harrington, M. G. (1987). Ponderosa pine mortality from spring, summer, and fall crown scorching. *Western Journal of Applied Forestry*, 2(1), 14–16.
- Hidalgo, M. G., Armengol, I. O., & Kallis, G. (2013). Más allá del humo. La ecología política de los incendios forestales a partir del caso de Horta de Sant Joan (Tarragona, Cataluña). *Documents d'Anàlisi Geogràfica*. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.18>
- Hood, S. M., McHugh, C. W., Ryan, K. C., Reinhardt, E., & Smith, S. L. (2008). Evaluation of a post-fire tree mortality model for western USA conifers. *International Journal of Wildland Fire*, 16(6), 679–689.
- Hull Sieg, C., McMillin, J. D., Fowler, J. F., Allen, K. K., Negron, J. F., Wadleigh, L. L., ... Gibson, K. E. (2006). Best predictors for postfire mortality of ponderosa pine trees in the Intermountain West. *Forest Science*, 52(6), 718–728.
- JMP Pro 12 | Statistical Discovery Software from SAS
- Keeley, J. E., Bond, W. J., Bradstock, R. A., Pausas, J. G., & Rundel, P. W. (2011). *Fire in Mediterranean ecosystems: ecology, evolution and management*. Cambridge University Press.
- Kellomäki, S., & Kolström, M. (1993). Computations on the yield of timber by Scots pine when subjected to varying levels of thinning under a changing climate in southern Finland. *Forest Ecology and Management*. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(93\)90005-8](https://doi.org/10.1016/0378-1127(93)90005-8)
- Keyser, T. L., Smith, F. W., Lentile, L. B., & Shepperd, W. D. (2006). Modeling postfire mortality of ponderosa pine following a mixed-severity wildfire in the Black Hills: The role of tree morphology and direct fire effects. *Forest Science*.
- Kozlowski, T. T., & Ahlgren, C. E. (1974). *Fire and Ecosystems*. 542 pp. New York.
- Liacos, L. (2015). Present studies and history of burning in Greece, with an introduction by Vasilios P. Papanastasis. *Fire Ecology*, 11(3). <https://doi.org/10.4996/fireecology.1103001>
- Lovreglio, R., Leone, L., & Fidanza, F. (1999). Un modello matematico per la stima della sopravvivenza post-incendio in *Pinus halepensis* Mill. *L'Italia Forestale E Montana*, 4, 178–190.
- McHugh, C. W., & Kolb, T. E. (2003). Ponderosa pine mortality following fire in northern Arizona. In *International Journal of Wildland Fire*. <https://doi.org/10.1071/WF02054>
- Menges, E. S., & Hawkes, C. V. (1998). INTERACTIVE EFFECTS OF FIRE AND MICROHABITAT ON PLANTS OF FLORIDA SCRUB. *Ecological Applications*, 8(4), 935–946.
- Mutch, L. S., & Parsons, D. J. (1998). Mixed conifer forest mortality and establishment before and after prescribed fire in Sequoia National Park, California. *Forest Science*, 44(3), 341–355.

- Moreno, J. M., & Oechel, W. C. (1989). A simple method for estimating fire intensity after a burn in California chaparral. *Acta CEcológica CEcol. Plant*, 10(1), 57–68.
- Nol, J. P., Terradas, J., & Lloret, F. (1998). CLIMATE WARMING, WILDFIRE HAZARD, AND WILDFIRE OCCURRENCE IN COASTAL EASTERN SPAIN.
- Pausas, J. G., & Bradstock, R. A. (2007). Fire persistence traits of plants along a productivity and disturbance gradient in mediterranean shrublands of south-east Australia. *Global Ecology and Biogeography*. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00283.x>
- Pausas, J. G., & Ribeiro, E. (2013). The global fire-productivity relationship. *Global Ecology and Biogeography*. <https://doi.org/10.1111/geb.12043>
- Peterson, D. L. (1985). Crown scorch volume and scorch height: estimates of postfire tree condition. *Canadian Journal of Forest Research*, 15(3), 596–598. <https://doi.org/10.1139/x85-097>
- Peterson, D. L., & Arbaugh, M. J. (1986). Postfire survival in Douglas-fir and lodgepole pine: comparing the effects of crown and bole damage. *Canadian Journal of Forest Research*, 16(6), 1175–1179. <https://doi.org/10.1139/x86-209>
- Pinto, M. A. (1998). Modelos de previsão de ataque de escolitídeos em povoamentos de *Pinus pinaster* Aiton. *Bol. San. Veg. Plagas*, 24, 429–434.
- Quezel, P. (2000). Taxonomy and biogeography of Mediterranean pines (*Pinus halepensis* and *P. brutia*). *Ecology, Biogeography and Management of Pinus Halepensis and P. Brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin Backhuys, Leiden, The Netherlands*, 1–12.
- Regelbrugge, J. G., & Conard, S. G. (1993). Modeling Tree Mortality Following Wildfire in *Pinus ponderosa* Forests in the Central Sierra Nevada. *OUWF. Printed in U.S.A.*, 33, 139–148.
- Rigolot, E. (2004). Predicting postfire mortality of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus pinea* L. *Plant Ecology*, 171, 139–151.
- Rodrigo, M., Barreda Querol, E., Biel Sanchis, M., & Pérez-Laorga, E. (2009). Estudio de la mortalidad de árboles posterior a un incendio en una masa de *Pinus halepensis* Mill. (Castellón, España). In *Congresos-CARGA FINAL*.
- Ronde, D., & De Ronde, C. (1982). The resistance of *Pinus* species to fire damage. *South African Forestry Journal*, 122(1), 22–27. <https://doi.org/10.1080/00382167.1982.9628828>
- Rotenberg E. & Yakir D. (2010) *Science*, 327, 451-454. (n.d.).
- Ruiz-Benito, P., Lines, E. R., Gómez-Aparicio, L., Zavala, M. A., & Coomes, D. A. (2013). Patterns and Drivers of Tree Mortality in Iberian Forests: Climatic Effects Are Modified by Competition. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056843>
- Ryan, K. C. (1982). Evaluating potential tree mortality from prescribed burning. In *Site preparation and fuels management on steep terrain: proceedings of a symposium* (pp. 15–17).
- Ryan, K. C., & Frandsen, W. H. (1991). Basal injury from smoldering fires in mature *Pinus ponderosa* laws. *International Journal of Wildland Fire*. <https://doi.org/10.1071/WF9910107>
- Ryan, K. C., & Noste, N. V. (1985). Evaluating Prescribed Fires, 230–238.
- Ryan, K. C., Peterson, D. L., & Reinhardt, E. D. (1988). Modeling Long-Term Fire-Caused

Mortality of Douglas-Fir. *Forest Science*, 34(1), 190–199.

- San-Miguel-Ayanz, J., Rodrigues, M., de Oliveira, S. S., Pacheco, C. K., Moreira, F., Duguy, B., & Camia, A. (2012). Land Cover Change and Fire Regime in the European Mediterranean Region. In F. Moreira, M. Arianoutsou, P. Corona, & J. las Heras (Eds.), *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests* (pp. 21–43). Dordrecht: Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-2208-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2208-8_2)
- Saveland, J. M., & Neuenschwander, L. F. (1990). A Signal Detection Framework to Evaluate Models of Tree Mortality Following Fire Damage. *Forest Science*, 36(1), 66–76.
- Sirén, O. (1973). *Chinsese Painting: 5. Vol.* Hacker art books.
- Stephens, S. L., & Finney, M. A. (2002). Prescribed fire mortality of Sierra Nevada mixed conifer tree species: effects of crown damage and forest floor combustion. *Forest Ecology and Management*, 162(2), 261–271.
- Wagner, C. V. (1973). Height of crown scorch in forest fires. *Canadian Journal of Forest Research*, 3(3), 373–378.
- Vega, J. A., Bara, S., & Gil, M. C. (1983). Prescribed burning in pine stands for fire prevention in the NW of Spain: some results and effects. *Freiburger Waldschutz Abhandlungen*, 4, 49–74.
- Vega, J., Jimenez, E., Vega, D., Ortiz, L., & Pérez, J. R. (2011). Pinus pinaster Ait. tree mortality following wildfire in Spain. *Forest Ecology and Management*. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.10.019>
- Wyant, J. G., Omi, P. N., & Laven, R. D. (1986). Fire Induced Tree Mortality in a Colorado Ponderosa Pine/Douglas-fir Stand, 32(I), 49–59.
- Zohar, Y., Weinstein, A., Frankel, H., Kutiel, P., & Israeli, A. (1989). Prescribed burning as a tool in forest management. *Progress Report for*.  
<https://www.earth.google.com/web/>[Consulta: martes, 14 de marzo de 2017]  
<http://www.creaf.uab.cat/iefc/pub/regions/Especies/PiPinyer/BiomassaRF3.htm>[Consulta: juves, 25 de mayo de 2017]  
[www.catpaisatge.net](http://www.catpaisatge.net) - Observatori del paisatge[Consulta: lunes, 05 de junio de 2017]  
[www.meteocat.cat](http://www.meteocat.cat)[Consulta: viernes, 30 de junio de 2017]  
<http://agricultura.gencat.cat> [Consulta: jueves, 15 de junio de 2017]  
<http://www.icgc.cat/>[Consulta: jueves, 15 de junio de 2017]

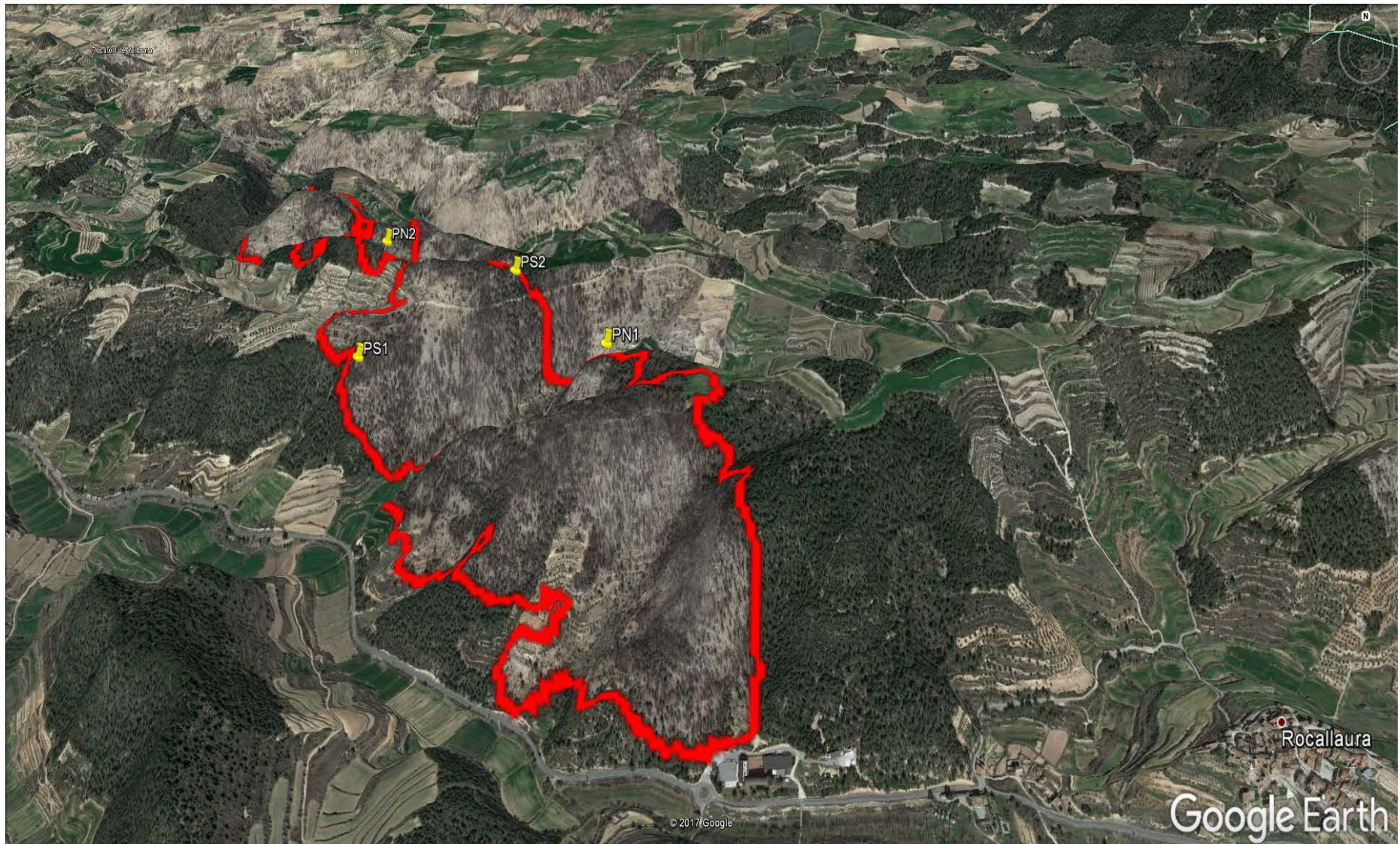
## 8. ANEXOS

---

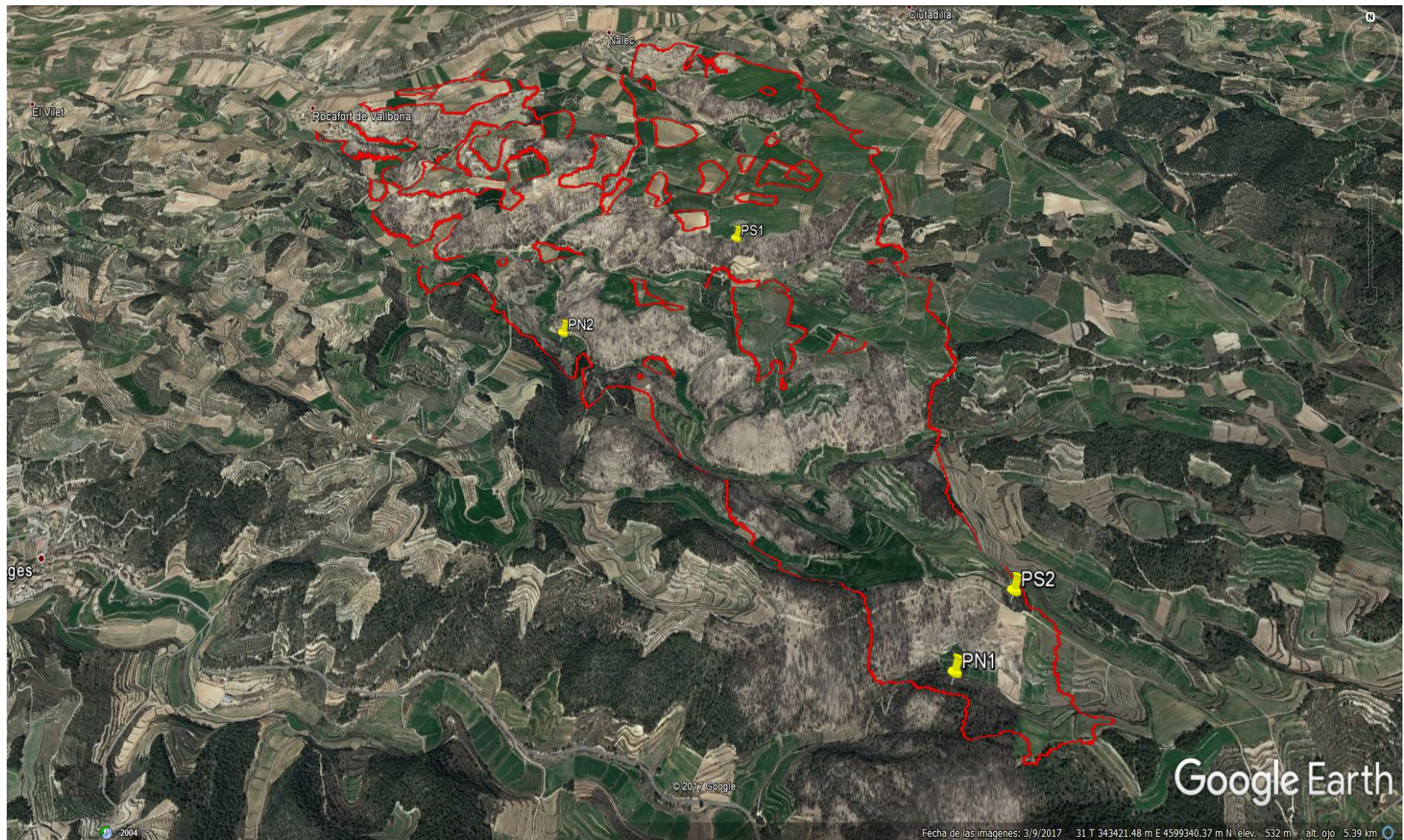
### I. Ilustraciones

- **Figura nº 1. Ubicación de las parcelas del incendio de Rocallaura\_1**
- **Figura nº 2. Ubicación de las parcelas del incendio de Rocallaura\_2**
- **Figura nº 3. Ubicación de las parcelas del incendio de La Pobla de Montornès**

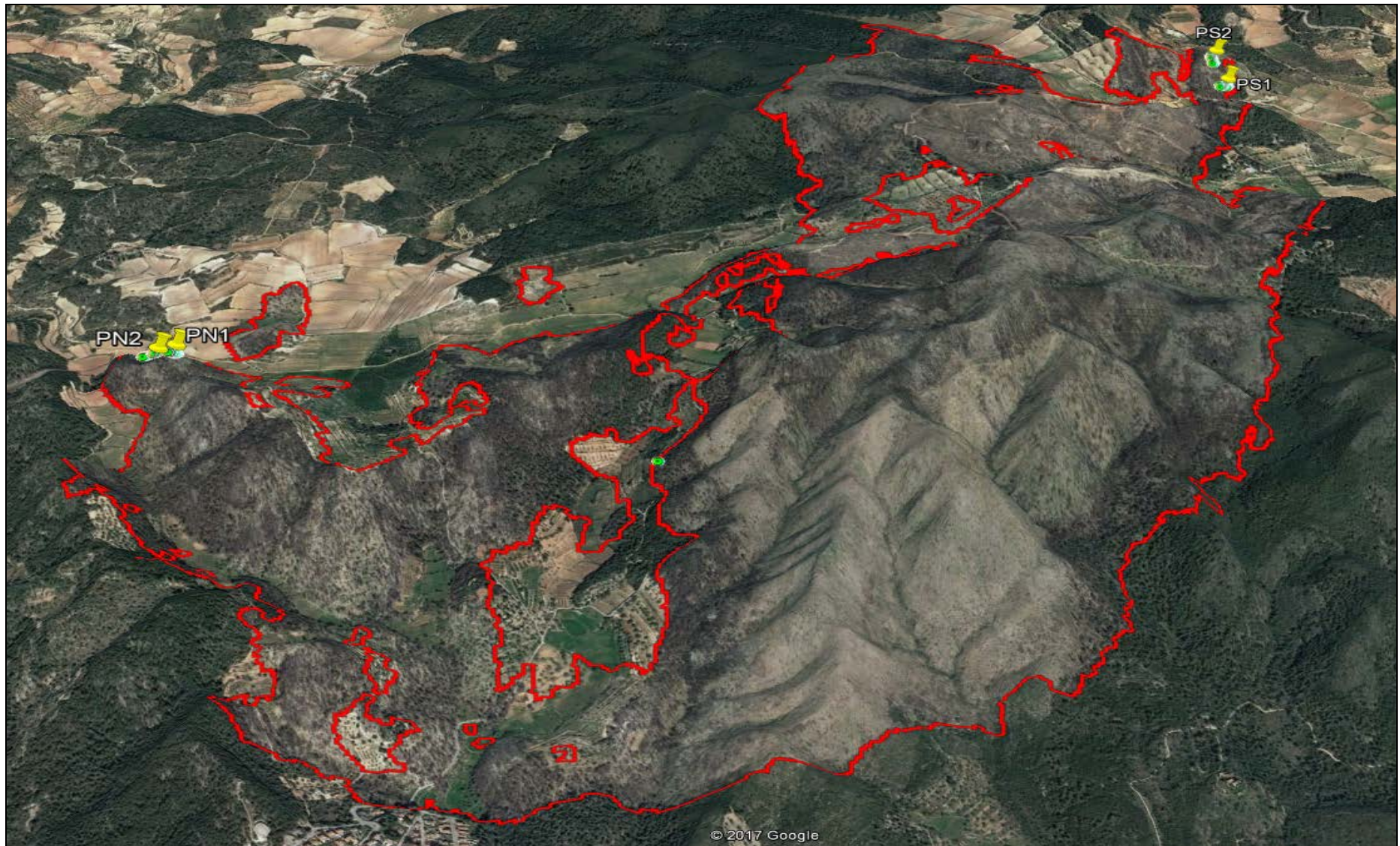














## II. Fotografías

A continuación, se adjunta una muestra de fotografías tomadas durante el trabajo de campo correspondiente a cada una de las parcelas de muestreo.

### Incendios

#### Rocallaura\_1



Detalles del primer transecto (Sud) y el estado de algunos árboles.



Detalles del segundo transecto (Sud) y el estado de algunos árboles.





Detalles del primer transecto (Nord) y el estado de algunos árboles.



Detalles del segundo transecto (Nord) y el estado de algunos árboles.



## Rocallaura\_2



Detalles del primer transecto (Sud) y el estado de algunos árboles.



Detalles del segundo transecto (Sud) y el estado de algunos árboles.





Detalles del primer transecto (Nord) y el estado de algunos árboles.



Detalles del segundo transecto (Nord) y el estado de algunos árboles.



## La Pobla de Montornès



Detalles del primer transecto (Sud) y el estado de algunos árboles.



Detalles del segundo transecto (Sud) y el estado de algunos árboles.





Detalles del primer transecto (Nord) y el estado de algunos árboles.



Detalles del segundo transecto (Nord) y el estado de algunos árboles.





Fecha: 06/05/2017			Incendio: Rocallaura_1			Parcela: 2													
dbh <sub>1,30</sub> (cm)	h <sub>t</sub> (m)	h <sub>rv</sub> (m)	h <sub>fa</sub> (m)	h <sub>sm</sub> (m)	%C <sub>a</sub>	C <sub>dv</sub>	Insec <sub>visible</sub>	Resina	Ev	Severidad	Orientación	P(%)	Época	drs <sub>1</sub> (mm)	drs <sub>2</sub> (mm)	drs <sub>3</sub> (mm)	drs <sub>4</sub> (mm)	drs <sub>5</sub> (mm)	drs <sub>6</sub> (mm)
55	9	8	3	0,2	50	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera	0,7	1	0,9	0,4	1	1,7
67	9	7	0,5	0,1	60	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera	1,4	0,9	0,9	2	0,9	1,2
57	10	9	0,2	0,2	50	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera	1	0,9	0,8	0,7	0,7	1,3
88	12	10	0,4	0,4	20	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera	2	1	1	0,8	0,8	1
86	11	5	0,2	0,1	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera	1	0,6	1,1	0,9	0,6	0,5
55	7	3	0,2	0,1	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
78	7	6	1,3	0,4	90	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Primavera						
71	10	8	1	0,5	30	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
83	11	6	2	0,6	50	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Primavera						
52	10	6	1,2	0,5	50	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
78	10	8	0,7	0,6	30	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
24	8	7	1	0,3	80	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Primavera						
80	12	4	0,6	0,4	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
95	12	5	0,8	0,4	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
80	11	5	1,3	0,7	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
51	8	6	1,2	0,6	40	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
73	12	7	0,3	0,2	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
90	11	4	1,4	0,5	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
73	12	4	0,4	0,2	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
106	14	4	0,2	0,2	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
77	9	3	0,3	0,1	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
95	10	4	1	0,5	30	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
91	10	5	0,5	0,2	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
96	10	5	0,4	0,2	30	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
91	12	7	0,2	0,1	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
71	12	6	0,5	0,1	20	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
96	13	7	0,5	0,2	20	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
112	13	8	0,2	0,1	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
94	12	5	0,1	0,1	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						
96	13	10	6	5	50	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Primavera						

dbh<sub>1,30</sub>: diámetro a la altura del pecho; h<sub>t</sub>: altura total del árbol; h<sub>rv</sub>: altura en la primera rama verde; h<sub>fa</sub>: altura máxima de fuste afectado; h<sub>sm</sub>: altura de socarrado mínimo;  
 %C<sub>a</sub>: % de copa afectada; C<sub>dv</sub>: daño visible a la corteza; Insec<sub>visible</sub>: insecto visible; Resina: Resinaciones; drs: diámetro de la ramilla del sotobosque; Ev: Estado de vigor.

Fecha: 11/04/2017			Incendio: Rocallaura_1				Parcela: 3													
dbh <sub>1.30</sub> (cm)	h <sub>t</sub> (m)	h <sub>rv</sub> (m)	h <sub>fa</sub> (m)	h <sub>sm</sub> (m)	%C <sub>a</sub>	C <sub>dv</sub>	Insec <sub>visible</sub>	Resina	Ev	Severidad	Orientación	P(%)	Época	drs <sub>1</sub> (mm)	drs <sub>2</sub> (mm)	drs <sub>3</sub> (mm)	drs <sub>4</sub> (mm)	drs <sub>5</sub> (mm)	drs <sub>6</sub> (mm)	
63	9,7	8,5	1	0,1	60	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera	2	1,3	1,5	1	0,9	2	
80	13,3	12	1,2	0,1	70	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera	2,4	1	1,9	0,9	1	1	
81	16,1	9,1	1,5	0,3	70	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera	1,5	1,9	1,6	2	1,5	2	
63	14,8	8,2	1,6	0,5	50	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera	1	1,8	1	1	1	2	
87	15	13	1	0,2	30	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera	1,5	1	1,2	1,5	1	2,5	
84	13,2	8,2	0,8	0,2	80	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
43	14,9	11	0,7	0,4	70	no	no	no	Muerto	Baja	Sur	25	Primavera							
37	14,5	13	0,8	0,3	75	no	no	si	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
67	12,2	7,5	0,7	0,4	40	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
78	13,2	7,2	2,5	0,3	30	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
47	13,7	5	1,5	0,6	10	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
90	15,4	4,3	1,2	0,3	20	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
88	14,3	3,9	1	0,2	20	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
83	14,2	4,4	2	0,1	10	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
85	12,1	4,4	1	0,1	5	no	no	si	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
79	12,6	5,8	1	0,5	5	no	no	si	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
62	12	6,5	1	0,4	5	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
43	14,9	8	1,5	0,6	5	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
95	16,5	6,3	0,3	0,2	20	no	no	si	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
52	14	4	0,3	0,1	5	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
64	9,4	0	0,4	0,1	100	no	no	no	Muerto	Baja	Sur	25	Primavera							
69	12,2	5,6	0,5	0,2	20	no	no	si	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
34	11,3	7,9	0,4	0,2	10	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
85	9,1	3,3	1,5	0,5	10	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
98	14,5	7	0,5	0,2	20	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
55	12	6	1	0,4	7	no	no	no	Muerto	Baja	Sur	25	Primavera							
77	13	7	2	0,6	20	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
61	12	12	2	1,1	95	no	no	no	Muerto	Baja	Sur	25	Primavera							
85	12	8	1	0,2	10	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
94	13	7	3	1	10	no	no	no	Vivo	Baja	Sur	25	Primavera							
dbh <sub>1.30</sub> : diámetro a la altura del pecho; h <sub>t</sub> : altura total del árbol; h <sub>rv</sub> : altura en la primera rama verde; h <sub>fa</sub> : altura máxima de fuste afectado; h <sub>sm</sub> : altura de socarrado mínimo;																				
%C <sub>a</sub> : % de copa afectada; C <sub>dv</sub> : daño visible a la corteza; Insec <sub>visible</sub> : insecto visible; Resina: Resinaciones; drs: diámetro de la ramilla del sotobosque; Ev: Estado de vigor.																				



Fecha: 25/05/2017			Incendio: Rocallaura_1				Parcela: 4													
dbh <sub>1,30</sub> (cm)	h <sub>t</sub> (m)	h <sub>rv</sub> (m)	h <sub>fa</sub> (m)	h <sub>sm</sub> (m)	%C <sub>a</sub>	C <sub>dv</sub>	Insec <sub>visible</sub>	Resina	Ev	Severidad	Orientación	P(%)	Época	drs <sub>1</sub> (mm)	drs <sub>2</sub> (mm)	drs <sub>3</sub> (mm)	drs <sub>4</sub> (mm)	drs <sub>5</sub> (mm)	drs <sub>6</sub> (mm)	
112	10	4	2	0,5	30	no	no	si	Vivo	Media	Norte	25	Primavera	1,5	0,3	1	1,9	0,7	0,9	
70	9	2	2	0,5	85	no	no	no	Muerto	Media	Norte	25	Primavera	1,2	1	1,8	1,9	0,5	1,1	
99	8	7	1,8	1	90	no	no	no	Muerto	Media	Norte	25	Primavera	1	0,6	1,7	1,3	0,8	1	
109	12	8	1,7	0,2	25	no	no	no	Vivo	Media	Norte	25	Primavera	1	0,9	1,8	1,9	0,5	0,6	
103	13	8	2,6	0,7	20	no	no	si	Vivo	Media	Norte	25	Primavera	1,9	0,4	1,5	1,1	0,9	0,7	
108	13	5	1,5	0,4	25	no	no	no	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
70	12	0	1,2	0,4	100	no	no	no	Muerto	Media	Norte	25	Primavera							
80	10	0	1	0,5	100	no	no	si	Muerto	Media	Norte	25	Primavera							
42	10	0	0,7	0,2	100	no	no	no	Muerto	Media	Norte	25	Primavera							
128	13	8	0,8	0,4	30	no	no	no	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
104	10	3,5	1,7	0,5	10	no	no	no	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
137	14	10	0,5	0,3	10	no	no	no	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
133	8	5	0,6	0,2	95	no	no	no	Muerto	Media	Norte	25	Primavera							
137	10	0	2	0,6	100	no	no	no	Muerto	Media	Norte	25	Primavera							
111	11	6	4	1,3	95	no	no	si	Muerto	Media	Norte	25	Primavera							
104	10	0	3	1,8	100	no	no	si	Muerto	Media	Norte	25	Primavera							
100	8	6	2,3	1	60	no	no	si	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
93	9	7	0,4	0,2	50	no	no	si	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
57	8	0	0,5	0,3	100	no	no	no	Muerto	Media	Norte	25	Primavera							
105	12	11	2,5	1,7	80	no	no	si	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
72	12	8	0,8	0,3	20	no	no	si	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
54	11	0	3	1,1	100	no	no	si	Muerto	Media	Norte	25	Primavera							
104	13	8	2	1,2	30	no	no	si	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
118	12	10	1,5	0,2	50	no	no	si	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
96	12	0	4,4	1,3	100	no	no	si	Muerto	Media	Norte	25	Primavera							
115	12	9	2,7	1,5	30	no	no	si	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
117	13	0	4,5	1,5	100	no	no	si	Muerto	Media	Norte	25	Primavera							
94	13	0	4,2	3,1	100	no	no	si	Muerto	Media	Norte	25	Primavera							
76	9	4	0,9	0,4	10	no	no	si	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
148	13	6	0,5	0,2	10	no	no	si	Vivo	Media	Norte	25	Primavera							
dbh <sub>1,30</sub> : diámetro a la altura del pecho; h <sub>t</sub> : altura total del árbol; h <sub>rv</sub> : altura en la primera rama verde; h <sub>fa</sub> : altura máxima de fuste afectado; h <sub>sm</sub> : altura de socarrado mínimo;																				
%C <sub>a</sub> : % de copa afectada; C <sub>dv</sub> : daño visible a la corteza; Insec <sub>visible</sub> : insecto visible; Resina: Resinaciones; drs: diámetro de la ramilla del sotobosque; Ev: Estado de vigor.																				





Fecha: 11/04/2017			Incendio: Rocallaura_2			Parcela: 1													
dbh <sub>1,30</sub> (cm)	h <sub>t</sub> (m)	h <sub>rv</sub> (m)	h <sub>fa</sub> (m)	h <sub>sm</sub> (m)	% C <sub>a</sub>	C <sub>dv</sub>	Insec <sub>visible</sub>	Resina	Ev	Severidad	Orientación	P(%)	Época	drs <sub>1</sub> (mm)	drs <sub>2</sub> (mm)	drs <sub>3</sub> (mm)	drs <sub>4</sub> (mm)	drs <sub>5</sub> (mm)	drs <sub>6</sub> (mm)
63	11	5,5	2,9	1	60	si	si	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano	1	1,4	1,3	1	1,3	0,7
45	9	0	4	3	100	si	si	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano	1,6	1,2	1,1	1,6	1	1,1
36	7,1	3,4	2	0,7	70	si	si	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano	1,2	2,1	0,5	2,2	1	1,4
65	10,7	3,9	2,5	1,5	40	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano	1,3	1,4	1	1,3	1	1,4
30	6	2,9	1	0,8	60	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano	1,2	1,1	2	1,7	1	1,2
28	6,1	3,2	0,3	1	60	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
40	7,3	5,2	0,3	3	50	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
61	9,9	0	3,7	2	100	si	si	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
39	7	4,2	2,4	1,7	50	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
21	5,1	1,6	1	0,5	30	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
40	8	6,2	2	1,5	20	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
20	5,9	2,6	1,3	1	50	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
29	6,2	4,6	1,8	0,5	50	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
24	5,3	3,3	1	0,7	60	si	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
35	6,6	0	6	6	100	si	no	si	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
23	5,5	5,5	1,7	1	95	si	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
30	7,1	2,9	1,9	0,4	75	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
22	5,3	5,3	1,3	0,9	95	si	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
24	6,4	0	3	1,5	100	si	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
72	10,5	3	4	2,5	50	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
24	5,7	0	5	2	100	si	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
19	5,5	0	3	1,5	100	si	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
18	5,9	0	2	1,7	100	si	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
41	6,5	4,5	2	1,2	20	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
25	7	2	1,5	1	50	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
40	6,5	5	1,7	2	40	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
45	7	2,6	2	1,5	50	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
23	6,3	1,6	5,8	2	80	si	no	si	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
26	7	6,8	5	3	70	si	no	si	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
25	7	5	3	2	30	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
40	9	5	3	1,5	40	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
29	8,9	4,6	2,8	1	30	si	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
dbh <sub>1,30</sub> : diámetro a la altura del pecho; h <sub>t</sub> : altura total del árbol; h <sub>rv</sub> : altura en la primera rama verde; h <sub>fa</sub> : altura máxima de fuste afectado; h <sub>sm</sub> : altura de socarrado mínimo;																			
% C <sub>a</sub> : % de copa afectada; C <sub>dv</sub> : daño visible a la corteza; Insec <sub>visible</sub> : insecto visible; Resina: Resinaciones; drs: diámetro de la ramilla del sotobosque; Ev: Estado de vigor.																			





Fecha: 11/04/2017			Incendio: Rocallaura_2			Parcela: 2													
dbh <sub>1.30</sub> (cm)	h <sub>t</sub> (m)	h <sub>rv</sub> (m)	h <sub>fa</sub> (m)	h <sub>sm</sub> (m)	%C <sub>a</sub>	C <sub>dv</sub>	Insec <sub>visible</sub>	Resina	Ev	Severidad	Orientación	P(%)	Época	drs <sub>1</sub> (mm)	drs <sub>2</sub> (mm)	drs <sub>3</sub> (mm)	drs <sub>4</sub> (mm)	drs <sub>5</sub> (mm)	drs <sub>6</sub> (mm)
45	9,8	0	3,1	1,6	100	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano	1	2	2,9	1	1	1,6
35	8,3	0	5	4	100	no	no	no	Muerto	Medianamente alta	Sud	30	Verano	1,2	2	1,4	1,5	1,9	0,9
51	9,2	0	4,5	3,5	100	no	no	si	Muerto	Medianamente alta	Sud	30	Verano	1,5	1,5	0,6	1,9	1	1,5
50	9,8	0	9,8	9,8	100	no	si	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano	1,1	2,2	0,8	3,7	1,7	2,2
65	9,1	0	2,5	0,5	100	no	no	si	Muerto	Medianamente alta	Sud	30	Verano	2	2	0,9	3,2	1,8	1,5
59	9,5	0	8	6	100	no	no	si	Muerto	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
65	10,6	0	8	2,5	100	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
54	10,3	0	10,3	10,3	100	no	no	si	Muerto	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
34	10,4	0	10,4	10,4	100	no	no	si	Muerto	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
49	10,1	0	10,1	10,1	100	no	no	si	Muerto	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
70	13,6	13	8	3	90	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
35	5	0	3,5	1,5	100	no	no	no	Muerto	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
71	10,7	6	6	1	50	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
44	8,6	6,5	4	2	65	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
48	10,3	8	6	5	30	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
98	11,9	6	5	1	70	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
37	3,7	3	1	0,5	90	no	no	no	Muerto	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
54	6	5	2,6	1	50	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
73	8	4	3,3	1,7	50	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
48	7	1,5	0,4	0,1	5	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
40	7	1	0,3	0,1	5	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
67	9	3	4	1	10	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
44	7	1	1	0,3	5	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
35	7	2,5	0,5	0,3	5	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
97	12	3	2	0,6	10	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
76	8	2	1,5	1	10	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
51	7	3	4	1	20	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
48	6	4	1,5	1,1	30	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
58	8	5	4,5	1,5	10	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
70	10	7	3,2	2,5	50	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	30	Verano						
dbh <sub>1.30</sub> : diámetro a la altura del pecho; h <sub>t</sub> : altura total del árbol; h <sub>rv</sub> : altura en la primera rama verde; h <sub>fa</sub> : altura máxima de fuste afectado; h <sub>sm</sub> : altura de socarrado mínimo;																			
%C <sub>a</sub> : % de copa afectada; C <sub>dv</sub> : daño visible a la corteza; Insec <sub>visible</sub> : insecto visible; Resina: Resinaciones; drs: diámetro de la ramilla del sotobosque; Ev: Estado de vigor.																			



Fecha: 20/05/2017			Incendio: Rocallaura_2			Parcela: 3														
dbh <sub>1,30</sub> (cm)	h <sub>t</sub> (m)	h <sub>rv</sub> (m)	h <sub>fa</sub> (m)	h <sub>sm</sub> (m)	%C <sub>a</sub>	C <sub>dv</sub>	Insec <sub>visibl</sub>	Resina	Ev	Severidad	Orientación	P(%)	Época	drs <sub>1</sub> (mm)	drs <sub>2</sub> (mm)	drs <sub>3</sub> (mm)	drs <sub>4</sub> (mm)	drs <sub>5</sub> (mm)	drs <sub>6</sub> (mm)	
63	9	8	2	0,2	95	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano	1	0,7	0,9	1	1,7	1,9	
51	8	7	1,5	0,4	90	no	no	no	Muerto	Medianamente alta	Sud	25	Verano	1	0,8	1	1	1	0,9	
80	10	8	3	0,7	50	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano	1	0,9	1	1,5	1,5	0,9	
48	8	7	2,5	1,5	95	no	no	no	Muerto	Medianamente alta	Sud	25	Verano	1	1	0,9	1	1,4	0,8	
79	10	4	3	1,5	30	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano	1	1	1	1	1,5	0,8	
65	7	7	2	1,3	95	no	no	no	Muerto	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
100	12	6	2	0,7	20	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
101	7	4	1	0,5	40	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
53	6	0	3	3	100	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
66	6	0	3	3	100	no	no	no	Muerto	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
83	6	0	8,5	1,5	100	no	no	no	Muerto	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
96	9	0	8	1,4	100	no	no	no	Muerto	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
60	8	2	1,1	0,4	20	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
85	10	1,5	1,2	0,5	10	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
108	12	3	2	1,1	5	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
138	12	11	2,2	0,5	95	no	no	no	Muerto	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
48	9	5	1	0,4	10	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
59	8	7	1	0,3	50	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
42	8	7	2	1,3	95	no	no	si	Muerto	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
75	9	7	3	2	50	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
58	10	9	5	0,2	95	no	no	no	Muerto	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
66	9	8	1,3	0,1	95	no	no	no	Muerto	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
170	14	4	1,6	0,2	5	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
81	6	1,5	1	0,1	9	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
26	4	1,5	1,5	0,2	5	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
77	9	8	5	0,2	95	no	no	si	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
68	8	7	5	3	90	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
113	12	11	4	3,8	95	no	no	si	Muerto	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
132	15	8	6	4	40	si	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
103	10	6	1,8	0,3	50	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
51	8	1,5	2	0,8	10	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
28	4	1	0,9	0,4	5	no	no	no	Vivo	Medianamente alta	Sud	25	Verano							
dbh <sub>1,30</sub> : diámetro a la altura del pecho; h <sub>t</sub> : altura total del árbol; h <sub>rv</sub> : altura en la primera rama verde; h <sub>fa</sub> : altura máxima de fuste afectado; h <sub>sm</sub> : altura de socarrado mínimo;																				
%C <sub>a</sub> : % de copa afectada; C <sub>dv</sub> : daño visible a la corteza; Insec <sub>visible</sub> : insecto visible; Resina: Resinaciones; drs: diámetro de la ramilla del sotobosque; Ev: Estado de vigor.																				



Fecha: 20/05/2017			Incendio: Rocallaura_2				Parcela: 4													
dbh <sub>1,30</sub> (cm)	h <sub>t</sub> (m)	h <sub>rv</sub> (m)	h <sub>fa</sub> (m)	h <sub>sm</sub> (m)	%C <sub>a</sub>	C <sub>dv</sub>	Insec <sub>visible</sub>	Resina	Ev	Severidad	Orientación	P(%)	Época	drs <sub>1</sub> (mm)	drs <sub>2</sub> (mm)	drs <sub>3</sub> (mm)	drs <sub>4</sub> (mm)	drs <sub>5</sub> (mm)	drs <sub>6</sub> (mm)	
83	10	6	0,2	0,1	30	no	no	no	Vivo	Media	Norte	30	Verano	1,4	1,2	0,7	1,3	1	1,7	
72	11	9	0,8	0,4	50	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano	1,6	1,8	0,8	1,4	1,8	1,5	
88	12	10	2,4	1,5	70	no	no	no	Muerto	Media	Norte	30	Verano	2	1,5	0,9	1	1	1,8	
43	12	11	0,5	0,1	80	no	no	no	Vivo	Media	Norte	30	Verano	1	1	0,9	1	2	1,5	
50	11	8	0,5	0,1	80	no	no	no	Muerto	Media	Norte	30	Verano	1	1,4	0,9	1	1,4	1,7	
71	7	6	0,9	0,4	95	no	no	si	Muerto	Media	Norte	30	Verano							
115	12	11	1,5	0,2	70	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
77	9	8	0,8	0,2	85	no	no	no	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
78	12	7	0,6	0,1	50	no	no	no	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
56	9	7	3	0,4	90	no	no	no	Muerto	Media	Norte	30	Verano							
66	8	7	3,2	0,4	90	no	no	no	Muerto	Media	Norte	30	Verano							
47	8	4	3	0,4	10	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
48	7	4	2,3	0,7	95	no	no	si	Muerto	Media	Norte	30	Verano							
73	12	4	3,5	3	20	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
83	12	8	4	3	20	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
131	12	10	4	3	50	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
115	11	10	6	5	95	no	no	si	Muerto	Media	Norte	30	Verano							
55	8	3	0,4	0,2	10	no	no	si	Muerto	Media	Norte	30	Verano							
62	9	3	1	0,3	15	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
68	9	5	0,3	0,2	40	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
50	8	6	3	1,7	70	no	no	si	Muerto	Media	Norte	30	Verano							
131	15	12	6	4	85	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
51	9	5	1,1	0,8	10	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
98	14	4	6	2,5	10	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
76	15	7	5,3	3,4	20	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
82	15	11	4	2	20	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
79	13	12	4	3	50	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
66	14	13	3,8	2,3	90	no	no	si	Muerto	Media	Norte	30	Verano							
73	12	6	3,4	3	50	no	no	si	Vivo	Media	Norte	30	Verano							
54	10	9	4	3,3	90	no	no	si	Muerto	Media	Norte	30	Verano							
dbh <sub>1,30</sub> : diámetro a la altura del pecho; h <sub>t</sub> : altura total del árbol; h <sub>rv</sub> : altura en la primera rama verde; h <sub>fa</sub> : altura máxima de fuste afectado; h <sub>sm</sub> : altura de socarrado mínimo;																				
%C <sub>a</sub> : % de copa afectada; C <sub>dv</sub> : daño visible a la corteza; Insec <sub>visible</sub> : insecto visible; Resina: Resinaciones; drs: diámetro de la ramilla del sotobosque; Ev: Estado de vigor.																				



Fecha: 13/04/2017			Incendio: Pobl de Montornés (La)					Parcela: 1												
dbh <sub>1,30</sub> (cm)	h <sub>t</sub> (m)	h <sub>rv</sub> (m)	h <sub>fa</sub> (m)	h <sub>sm</sub> (m)	%C <sub>a</sub>	C <sub>dv</sub>	Insec <sub>visible</sub>	Resina	Ev	Severidad	Orientación	P(%)	Época	drs <sub>1</sub> (mm)	drs <sub>2</sub> (mm)	drs <sub>3</sub> (mm)	drs <sub>4</sub> (mm)	drs <sub>5</sub> (mm)	drs <sub>6</sub> (mm)	
114	16,3	3,9	2,8	1	50	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	30	Verano	1,7	1,5	1,9	2	1	1,6	
45	13,1	5,9	3	0,8	55	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	30	Verano	1,1	2	1,1	1	1	1,3	
40	10,2	9,7	4,5	4	95	no	no	si	Muerto	Baja	Norte	30	Verano	2	1,9	1,4	1	1,1	1,1	
15	7,7	0	1,2	1	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	30	Verano	1,1	1,3	1,6	1	1	1,9	
16	7,8	0	1	0,8	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	30	Verano	1	1	1,5	0,8	1,5	1,1	
19	6,3	0	1,7	1,5	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	30	Verano							
20	8,9	0	1,2	1	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	30	Verano							
45	11,7	9,1	5	4,5	95	no	no	si	Muerto	Baja	Norte	30	Verano							
17	6,8	0	1,7	1,5	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	30	Verano							
30	9,9	7,1	2	1	90	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
41	7,7	0	2,2	1,5	100	no	no	si	Muerto	Baja	Norte	30	Verano							
88	11,5	7,8	4,3	4	70	no	no	si	Muerto	Baja	Norte	30	Verano							
47	13,2	7,6	3	2,8	90	no	no	si	Muerto	Baja	Norte	30	Verano							
43	13	9	3	2	80	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
77	17,6	7,6	4	1,3	95	no	no	si	Muerto	Baja	Norte	30	Verano							
58	15,5	5	2	0,5	40	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
57	14,4	7,5	3	1	20	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
29	10	8	0,6	0,4	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
11	7	3	0,2	0,2	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
30	10,2	0	5	4,5	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	30	Verano							
36	13,9	5,9	2,6	3	15	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
30	12,9	10	2,1	1,7	70	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
21	9,5	0	3	2,2	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	30	Verano							
58	12,6	3,8	0,4	0,2	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
34	11,1	5,4	0,3	0,2	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
98	14	6	3	1	10	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
51	13	4	1,5	0,7	20	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
41	12	4	2	0,5	30	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
94	14	5	3,2	0,4	40	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
102	14	6	3,1	1,3	10	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	30	Verano							
dbh <sub>1,30</sub> : diámetro a la altura del pecho; h <sub>t</sub> : altura total del árbol; h <sub>rv</sub> : altura en la primera rama verde; h <sub>fa</sub> : altura máxima de fuste afectado; h <sub>sm</sub> : altura de socarrado mínimo;																				
%C <sub>a</sub> : % de copa afectada; C <sub>dv</sub> : daño visible a la corteza; Insec <sub>visible</sub> : insecto visible; Resina: Resinaciones; drs: diámetro de la ramilla del sotobosque; Ev: Estado de vigor.																				



Fecha: 13/04/2017			Incendio: Pobra de Montornés (La)					Parcela: 2											
dbh <sub>1,30</sub> (cm)	h <sub>t</sub> (m)	h <sub>rv</sub> (m)	h <sub>fa</sub> (m)	h <sub>sm</sub> (m)	% C <sub>a</sub>	C <sub>dv</sub>	Insec <sub>visible</sub>	Resina	Ev	Severidad	Orientación	P(%)	Época	drs <sub>1</sub> (mm)	drs <sub>2</sub> (mm)	drs <sub>3</sub> (mm)	drs <sub>4</sub> (mm)	drs <sub>5</sub> (mm)	drs <sub>6</sub> (mm)
58	12,7	10	4,2	7	70	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano	2	2	1,5	1,5	1,4	0,6
33	10	8	3	2	75	no	no	si	Muerto	Baja	Norte	25	Verano	1	2	1,6	1,6	1,35	0,6
29	10,9	8,5	1,9	0,5	0	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano	1,5	1,6	1,9	2,7	0,9	0,6
57	11,5	6,2	4,5	4	50	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano	1	2	1	1,5	1	0,9
30	10,7	1,7	1	0,4	5	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano	1	2,6	1	1,6	2	1
34	11,6	2,5	0,7	0,3	0	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
22	10,7	1,8	1	1	0	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
12	4	1,6	0,5	0,5	5	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
50	12,4	3,6	1	0,2	30	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
19	10,4	2,6	0,5	0,2	20	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
46	9	2,9	1,5	0,4	20	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
13	4	2	0,3	0,2	0	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
31	11,1	2,2	0,4	0,2	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
30	9,8	2,7	0	0,5	60	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
52	11	2,3	2	1,5	55	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
25	9	5,8	1	0,5	40	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
25	6,7	4,3	1	0,4	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
58	10,4	2	1,5	0,5	0	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
14	5,5	4	0,5	0,2	5	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
41	9,6	2	0,4	0,3	0	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
13	5	1,5	1	0,2	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
24	7,6	2,3	1,7	1,2	5	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
46	10,2	2,5	1,5	1	10	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
65	11,8	2,9	1,8	0,6	20	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
30	10,5	6,4	1,2	0,5	60	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
19	7,1	0	1,2	0,6	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
49	11,6	4,2	3,2	2	20	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
52	10,7	2,2	3,5	3	30	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
10	6	0	0,5	0,5	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
21	6,5	0	1	0,5	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
15	6	0	0,4	0,2	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
17	8,5	0	0,5	0,2	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
26	9	8	1,5	0,3	30	no	no	no	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						
13	6	0	1,2	1	100	no	no	no	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
82	13,8	0	6,5	6	100	no	no	si	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
91	16,9	0	6,4	5,5	100	no	no	si	Muerto	Baja	Norte	25	Verano						
85	13,3	5,5	3	1,7	60	no	no	si	Vivo	Baja	Norte	25	Verano						

dbh<sub>1,30</sub>: diámetro a la altura del pecho; h<sub>t</sub>: altura total del árbol; h<sub>rv</sub>: altura en la primera rama verde; h<sub>fa</sub>: altura máxima de fuste afectado; h<sub>sm</sub>: altura de socarrado mínimo;  
 % C<sub>a</sub>: % de copa afectada; C<sub>dv</sub>: daño visible a la corteza; Insec<sub>visible</sub>: insecto visible; Resina: Resinaciones; drs: diámetro de la ramilla del sotobosque; Ev: Estado de vigor.

Fecha: 04/05/2017			Incendio: Pobl de Montornés (La)					Parcela: 3												
dbh <sub>1,30</sub> (cm)	h <sub>t</sub> (m)	h <sub>rv</sub> (m)	h <sub>fa</sub> (m)	h <sub>sm</sub> (m)	%C <sub>a</sub>	C <sub>dv</sub>	Insec <sub>visible</sub>	Resina	Ev	Severidad	Orientación	P(%)	Época	drs <sub>1</sub> (mm)	drs <sub>2</sub> (mm)	drs <sub>3</sub> (mm)	drs <sub>4</sub> (mm)	drs <sub>5</sub> (mm)	drs <sub>6</sub> (mm)	
37	12	5	2,3	1,1	50	no	no	si	Vivo	Media	Sud	40	Verano	1	0,8	1	1	1,5	1	
61	10	4,2	2,4	1	20	no	no	si	Vivo	Media	Sud	40	Verano	1,6	1	1,3	1	2,3	1	
38	9,6	6	2,3	0,6	60	no	no	si	Vivo	Media	Sud	40	Verano	1,8	1	1,4	1	1,5	1,2	
22	6	3,1	1,4	0,2	30	no	no	si	Vivo	Media	Sud	40	Verano	1	0,8	0,8	0,9	0,8	1	
39	12	3,7	2,5	0,1	10	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano	1	0,5	1	0,9	1	1	
31	7	5	1	0,3	70	no	no	si	Muerto	Media	Sud	40	Verano							
40	6,3	3,8	0,4	0,4	10	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
37	6	3,4	0,8	0,2	30	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
19	7	6	0,7	0,5	90	no	no	no	Muerto	Media	Sud	40	Verano							
31	7,3	3,8	1,1	0,1	20	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
25	7	4	0,1	0,1	20	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
19	6	5	0,4	0,2	20	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
29	7	4	0,6	0,3	10	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
45	8	2,8	0,5	0,3	10	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
17	4,2	2,4	0	0	0	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
58	13	4	1	0,1	20	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
35	12	4,5	1,1	0,4	40	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
73	14	8	6,0	3	10	no	no	si	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
40	7	4	1,1	0,4	10	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
25	5,6	4,1	0,8	0,3	20	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
28	6,3	4,6	1,4	0,4	80	no	no	no	Muerto	Media	Sud	40	Verano							
35	7	3,1	0,7	0,3	60	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
27	8	2	0,4	0,1	10	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
17	7	4	1	0,3	30	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
18	7	4	1,1	0,4	20	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
16	6	2	1,1	0,6	60	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
28	6	1	0	0	0	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
82	11	2,5	1,9	1	50	no	no	si	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
45	9,7	6,6	2,8	2	60	no	no	si	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
60	12,5	4,7	2	0,6	70	no	no	si	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
24	9,2	5	4	1	60	no	no	si	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
37	9,3	4	1,5	0,4	40	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
18	5,5	2,4	0,9	0,3	20	no	no	no	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
51	12	2,5	2	0,4	20	no	no	si	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
54	12	4	1,2	0,5	20	no	no	si	Vivo	Media	Sud	40	Verano							
dbh <sub>1,30</sub> : diámetro a la altura del pecho; h <sub>t</sub> : altura total del árbol; h <sub>rv</sub> : altura en la primera rama verde; h <sub>fa</sub> : altura máxima de fuste afectado; h <sub>sm</sub> : altura de socarrado mínimo;																				
%C <sub>a</sub> : % de copa afectada; C <sub>dv</sub> : daño visible a la corteza; Insec <sub>visible</sub> : insecto visible; Resina: Resinaciones; drs: diámetro de la ramilla del sotobosque; Ev: Estado de vigor.																				

Fecha: 04/05/2017			Incendio: Pobla de Montornés (La)				Parcela: 4												
dbh <sub>1,30</sub> (cm)	h <sub>t</sub> (m)	h <sub>rv</sub> (m)	h <sub>fa</sub> (m)	h <sub>sm</sub> (m)	%C <sub>a</sub>	C <sub>dv</sub>	Insec <sub>visible</sub>	Resina	Ev	Severidad	Orientación	P(%)	Época	drs <sub>1</sub> (mm)	drs <sub>2</sub> (mm)	drs <sub>3</sub> (mm)	drs <sub>4</sub> (mm)	drs <sub>5</sub> (mm)	drs <sub>6</sub> (mm)
50	8	3	2,4	0,5	20	no	no	si	Vivo	Alta	Sud	55	Verano	1,1	2	2,1	2	2	1,4
65	9	7	2,1	0,6	30	no	no	si	Vivo	Alta	Sud	55	Verano	1,6	2	2,9	1,5	1,1	1,1
56	10	0	2,6	1,1	100	no	no	si	Muerto	Alta	Sud	55	Verano	2	2,3	2,7	1,8	2	1,2
49	9	7	2,7	0,8	50	no	no	si	Vivo	Alta	Sud	55	Verano	1,7	1,4	2,8	0,5	2,7	1,4
53	7	3	1,2	0,4	50	no	no	no	Vivo	Alta	Sud	55	Verano	2,3	0,8	3	1,7	1,9	1,5
56	10	5	2,4	1,5	10	no	no	no	Vivo	Alta	Sud	55	Verano						
25	7	5	1,5	1	60	no	no	no	Vivo	Alta	Sud	55	Verano						
36	8	7	3,8	2,4	80	no	no	si	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
70	9	3	3	1,9	50	no	no	si	Vivo	Alta	Sud	55	Verano						
46	10	10	3	2,5	90	no	no	no	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
49	9	8	4	2	90	no	no	no	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
28	7	0	4	1,6	100	no	no	no	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
52	10	9	3	1,4	90	no	no	si	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
66	11	8	3	2	95	no	no	si	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
67	12	10	3	2	70	no	no	si	Vivo	Alta	Sud	55	Verano						
49	10	0	2	1,6	100	no	no	no	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
32	5	0	2,1	1,4	100	no	no	no	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
73	12	0	3,0	2	100	no	no	no	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
59	12	0	3	1,8	100	no	no	no	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
21	6	0	3	2	100	no	no	no	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
23	4	0	4	4	100	no	no	no	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
30	7	0	7	7	100	no	no	no	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
31	6	0	6	6	100	no	no	no	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
97	16	14	4	2	70	no	no	no	Vivo	Alta	Sud	55	Verano						
55	12,5	9	1,5	0,8	90	no	no	no	Vivo	Alta	Sud	55	Verano						
87	11	8	1	0,6	60	no	no	no	Vivo	Alta	Sud	55	Verano						
23	7	4	0,4	0,2	80	no	no	no	Muerto	Alta	Sud	55	Verano						
80	13,3	12	1,2	0,1	70	no	no	no	Vivo	Alta	Sud	55	Verano						
75	8	3	1	0,5	40	no	no	no	Vivo	Alta	Sud	55	Verano						
92	10	8	1,1	0,7	55	no	no	no	Vivo	Alta	Sud	55	Verano						
dbh <sub>1,30</sub> : diámetro a la altura del pecho; h <sub>t</sub> : altura total del árbol; h <sub>rv</sub> : altura en la primera rama verde; h <sub>fa</sub> : altura máxima de fuste afectado; h <sub>sm</sub> : altura de socarrado mínimo;																			
%C <sub>a</sub> : % de copa afectada; C <sub>dv</sub> : daño visible a la corteza; Insec <sub>visible</sub> : insecto visible; Resina: Resinaciones; drs: diámetro de la ramilla del sotobosque; Ev: Estado de vigor.																			



## IV. Análisis estadístico de los resultados

### Análisis de mortalidad

- Incendio de Rocallaura 1

#### Prueba del modelo completo

Modelo	-Log- verosimilitud	Grados de libertad	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Diferencia	53,615874	11	107,2317	<,0001*
Completo	23,440300			
Reducido	77,056174			

R cuadrado (U)	0,6958
AICc	76,3146
BIC	109,118
Observaciones (o suma de pesos)	120

Medida	Entrenamiento	Definición
R cuadrado de la entropía	0,6958	$1 - \text{Loglike}(\text{modelo}) / \text{Loglike}(0)$
R cuadrado generalizado	0,8170	$(1 - (L(0)/L(\text{modelo}))^{2/n}) / (1 - L(0)^{2/n})$
Media -Log p	0,1953	$\sum -\text{Log}(p[j])/n$
RMSE	0,2283	$\sqrt{\sum (y[j] - p[j])^2 / n}$
Desviación absoluta media	0,1088	$\sum  y[j] - p[j]  / n$
Tasa de clasificación errónea	0,0583	$\sum (p[j] \neq p_{\text{Max}}) / n$
N	120	n

#### Estimaciones de los parámetros

Término		Estimación	Error estándar	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Constante del modelo	Inestable	10,4677082	7393,0912	0,00	0,9989
dbh1.30(cm)		-0,0049387	0,0202041	0,06	0,8069
ht(m)		-0,1984153	0,2007814	0,98	0,3230
hrv(m)		-0,2235379	0,1349994	2,74	0,0978
hfa(m)		-0,0541728	0,3502321	0,02	0,8771
hsm(m)		0,79749051	0,5945663	1,80	0,1798
%Ca		0,08761932	0,020701	17,92	<,0001*
Cdv[no]	Sesgado	-7,4154932	7393,0835	0,00	0,9992
Insevisible[no]	Puesto a cero	0	0	.	.
Resina[no]		0,62687588	0,5328183	1,38	0,2394
Severidad[Baja]		-0,2288782	0,8518539	0,07	0,7882
Orientación[Norte]		-0,5526788	0,7589137	0,53	0,4665
P(%)		-0,2316659	0,3593502	0,42	0,5191

Para logaritmo de posibilidades de Muerto/Vivo

- Incendio de Rocallaura 2

Prueba del modelo completo				
Modelo	-Log-verosimilitud	Grados de libertad	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Diferencia	42,514133	11	85,02827	<,0001*
Completo	36,180556			
Reducido	78,694689			
R cuadrado (U)		0,5402		
AICc		99,1719		
BIC		130,204		
Observaciones (o suma de pesos)		124		
Medida	Entrenamiento		Definición	
R cuadrado de la entropía		0,5402	$1 - \text{Loglike}(\text{modelo}) / \text{Loglike}(0)$	
R cuadrado generalizado		0,6903	$(1 - (L(0)/L(\text{modelo}))^{(2/n)}) / (1 - L(0)^{(2/n)})$	
Media -Log p		0,2918	$\sum -\text{Log}(p[j]) / n$	
RMSE		0,2909	$\sqrt{\sum (y[j] - p[j])^2 / n}$	
Desviación absoluta media		0,1771	$\sum  y[j] - p[j]  / n$	
Tasa de clasificación errónea		0,1210	$\sum (p[j] \neq p_{\text{Max}}) / n$	
N		124	n	

Estimaciones de los parámetros				
Término	Estimación	Error estándar	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Constante del modelo	-8,4063268	4,5836511	3,36	0,0667
dbh1.30(cm)	0,0058911	0,0164821	0,13	0,7208
ht(m)	-0,2331089	0,2467694	0,89	0,3448
hrv(m)	-0,000903	0,1218028	0,00	0,9941
hfa(m)	0,02310541	0,227684	0,01	0,9192
hsm(m)	0,13944548	0,2287619	0,37	0,5421
%Ca	0,0927652	0,0218102	18,09	<,0001*
Cdv[no]	0,25557	0,6562467	0,15	0,6969
Insecvisible[no]	0,8181334	0,7316467	1,25	0,2635
Resina[no]	0,25919282	0,3653396	0,50	0,4780
Orientación[Norte]	0,82692745	0,4932612	2,81	0,0937
P(%)	0,04781625	0,1818994	0,07	0,7926

Para logaritmo de posibilidades de Muerto/Vivo

- Incendio de La Poba de Montornés

### Prueba del modelo completo

Modelo	-Log- verosimilitud	Grados de libertad	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Diferencia	81,785184	10	163,5704	<,0001*
Completo	2,01831e-7			
Reducido	81,785184			

R cuadrado (U)	1,0000
AICc	34,1379
BIC	73,242
Observaciones (o suma de pesos)	132

Medida	Entrenamiento	Definición
R cuadrado de la entropía	1,0000	$1 - \text{Loglike}(\text{modelo}) / \text{Loglike}(0)$
R cuadrado generalizado	1,0000	$(1 - (L(0)/L(\text{modelo}))^{2/n}) / (1 - L(0)^{2/n})$
Media -Log p	0,0000	$\sum -\text{Log}(p[j]) / n$
RMSE	0,0000	$\sqrt{\sum (y[j] - p[j])^2 / n}$
Desviación absoluta media	0,0000	$\sum  y[j] - p[j]  / n$
Tasa de clasificación errónea	0,0000	$\sum (p[j] \neq p_{\text{Max}}) / n$
N	132	n

### Estimaciones de los parámetros

Término		Estimación	Error estándar	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Constante del modelo	Sesgado	35,5516979	356834,22	0,00	0,9999
dbh1.30(cm)	Inestable	1,44298163	645,55671	0,00	0,9982
ht(m)	Inestable	-18,945261	5174,1562	0,00	0,9971
hrv(m)	Inestable	-7,2742585	2313,0306	0,00	0,9975
hfa(m)	Inestable	2,39024972	7719,5778	0,00	0,9998
hsm(m)	Inestable	2,82053137	9320,5937	0,00	0,9998
%Ca	Inestable	5,53482307	797,40034	0,00	0,9945
Resina[no]	Inestable	-41,720647	9624,0008	0,00	0,9965
Severidad[Alta]	Sesgado	111,733809	117411,38	0,00	0,9992
Severidad[Baja]	Sesgado	-100,38085	105156,21	0,00	0,9992
Orientación[Norte]	Puesto a cero	0	0	.	.
P(%)	Inestable	-7,3508073	8940,699	0,00	0,9993

Para logaritmo de posibilidades de Muerto/Vivo

- Para el conjunto de los tres incendios

### Prueba del modelo completo

Modelo	-Log- verosimilitud	Grados de libertad	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Diferencia	160,23093	16	320,4619	<,0001*
Completo	77,44837			
Reducido	237,67930			

R cuadrado (U)	0,6741
AICc	190,606
BIC	255,7
Observaciones (o suma de pesos)	376

Medida	Entrenamiento	Definición
R cuadrado de la entropía	0,6741	$1 - \text{Loglike}(\text{modelo}) / \text{Loglike}(0)$
R cuadrado generalizado	0,7993	$(1 - (L(0)/L(\text{modelo}))^{(2/n)}) / (1 - L(0)^{(2/n)})$
Media -Log p	0,2060	$\sum -\text{Log}(p[j]) / n$
RMSE	0,2372	$\sqrt{\sum (y[j] - p[j])^2 / n}$
Desviación absoluta media	0,1184	$\sum  y[j] - p[j]  / n$
Tasa de clasificación errónea	0,0798	$\sum (p[j] \neq p_{\text{Max}}) / n$
N	376	n

### Estimaciones de los parámetros

Término	Estimación	Error estándar	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Constante del modelo	-6,0989085	4,6466076	1,72	0,1893
dbh1.30(cm)	0,00339461	0,0119447	0,08	0,7763
ht(m)	-0,2227684	0,1275536	3,05	0,0807
hrv(m)	-0,0721331	0,0690581	1,09	0,2962
hfa(m)	-0,0224081	0,0589863	0,14	0,7040
hsm(m)	0,22409945	0,1555248	2,08	0,1496
%Ca	0,10694907	0,014154	57,09	<,0001*
Cdv[no]	0,43367144	0,5200085	0,70	0,4043
Insecvisible[no]	0,91186242	0,6822506	1,79	0,1814
Resina[no]	0,2282761	0,2463747	0,86	0,3542
Severidad[Alta]	1,1584727	2,2939999	0,26	0,6136
Severidad[Baja]	0,08736779	0,8893752	0,01	0,9217
Severidad[Media]	0,39953633	0,5116417	0,61	0,4349
Orientación[Norte]	0,05864774	0,756538	0,01	0,9382
Orientación[Sud]	-0,226721	1,1310197	0,04	0,8411
P(%)	-0,0395831	0,1422537	0,08	0,7808
Época[Primavera]	0,07558884	0,4817821	0,02	0,8753

Para logaritmo de posibilidades de Muerto/Vivo

## Estimación de parámetros en el modelo de regresión logística de la mortalidad de *Pinus halepensis*

- Incendio de Rocallaura 1

Prueba del modelo completo				
Modelo	-Log- verosimilitud	Grados de libertad	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Diferencia	48,145523	1	96,29105	<,0001*
Completo	28,910652			
Reducido	77,056174			
R cuadrado (U)		0,6248		
AICc		61,9239		
BIC		67,3963		
Observaciones (o suma de pesos)		120		
Medida	Entrenamiento		Definición	
R cuadrado de la entropía	0,6248		1-Loglike(modelo)/Loglike(0)	
R cuadrado generalizado	0,7630		$(1-(L(0)/L(modelo))^{(2/n)})/(1-L(0)^{(2/n)})$	
Media -Log p	0,2409		$\sum -\log(p[j])/n$	
RMSE	0,2518		$\sqrt{\sum (y[j]-p[j])^2/n}$	
Desviación absoluta media	0,1351		$\sum  y[j]-p[j] /n$	
Tasa de clasificación errónea	0,0917		$\sum (p[j] \neq pMax)/n$	
N	120		n	

Estimaciones de los parámetros				
Término	Estimación	Error estándar	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Constante del modelo	-6,7988668	1,337339	25,85	<,0001*
%Ca	0,09150157	0,0166798	30,09	<,0001*

Para logaritmo de posibilidades de Muerto/Vivo

- Incendio de Rocallaura 2

Prueba del modelo completo				
Modelo	-Log- verosimilitud	Grados de libertad	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Diferencia	38,621494	1	77,24299	<,0001*
Completo	40,073195			
Reducido	78,694689			
R cuadrado (U)		0,4908		
AICc		84,2456		
BIC		89,787		
Observaciones (o suma de pesos)		124		
Medida	Entrenamiento		Definición	
R cuadrado de la entropía	0,4908		1-Loglike(modelo)/Loglike(0)	
R cuadrado generalizado	0,6449		$(1-(L(0)/L(modelo))^{(2/n)})/(1-L(0)^{(2/n)})$	
Media -Log p	0,3232		$\sum -\log(p[j])/n$	
RMSE	0,3083		$\sqrt{\sum (y[j]-p[j])^2/n}$	
Desviación absoluta media	0,1967		$\sum  y[j]-p[j] /n$	
Tasa de clasificación errónea	0,1371		$\sum (p[j] \neq pMax)/n$	
N	124		n	

### Estimaciones de los parámetros

Término	Estimación	Error estándar	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Constante del modelo	-6,7509313	1,2859367	27,56	<,0001*
%Ca	0,08271426	0,0150578	30,17	<,0001*

Para logaritmo de posibilidades de Muerto/Vivo

- Para el conjunto de los tres incendios

### Prueba del modelo completo

Modelo	-Log- verosimilitud	Grados de libertad	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Diferencia	148,52357	1	297,0471	<,0001*
Completo	89,15574			
Reducido	237,67930			

R cuadrado (U)	0,6249
AICc	182,344
BIC	190,171
Observaciones (o suma de pesos)	376

Medida	Entrenamiento	Definición
R cuadrado de la entropía	0,6249	$1 - \text{Loglike}(\text{modelo}) / \text{Loglike}(0)$
R cuadrado generalizado	0,7612	$(1 - (L(0) / L(\text{modelo}))^{2/n}) / (1 - L(0)^{2/n})$
Media -Log p	0,2371	$\sum -\text{Log}(p[j]) / n$
RMSE	0,2542	$\sqrt{\sum (y[j] - p[j])^2 / n}$
Desviación absoluta media	0,1358	$\sum  y[j] - p[j]  / n$
Tasa de clasificación errónea	0,0851	$\sum (p[j] \neq p_{\text{Max}}) / n$
N	376	n

### Estimaciones de los parámetros

Término	Estimación	Error estándar	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Constante del modelo	-7,9736168	0,9056826	77,51	<,0001*
%Ca	0,10207311	0,0109114	87,51	<,0001*

Para logaritmo de posibilidades de Muerto/Vivo

## Análisis del porcentaje de copa afectada considerando solo las variables cuantitativas:

- Incendio de Rocallaura 1

### Resumen del ajuste

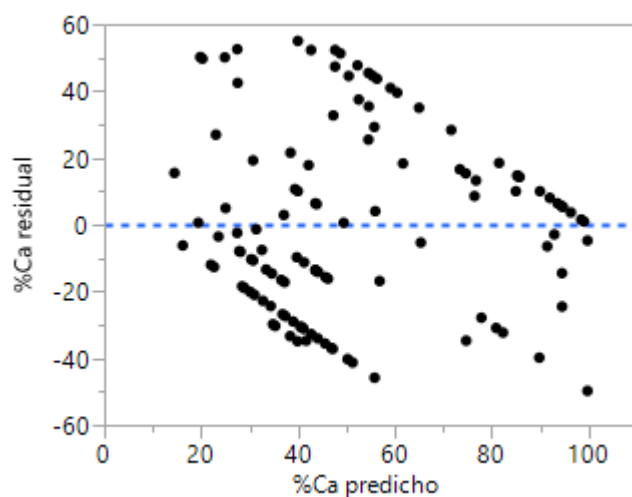
R cuadrado	0,419498
R cuadrado ajustado	0,388675
Raíz del error cuadrático medio	28,26028
Media de respuesta	51,85
Observaciones (o suma de pesos)	120

### Análisis de varianza

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F
Modelo	6	65216,59	10869,4	13,6099
Error	113	90246,71	798,6	Prob > F
C. Total	119	155463,30		<,0001*

### Estimaciones de los parámetros

Término	Estimación	Error estándar	Razón t	Prob >  t
Constante del modelo	-88,18123	38,60958	-2,28	0,0242*
dbh1.30(cm)	-0,147366	0,111996	-1,32	0,1909
ht(m)	-2,84552	1,271893	-2,24	0,0272*
hrv(m)	-1,540335	0,812938	-1,89	0,0607
hfa(m)	-0,060482	0,256204	-0,24	0,8138
hsm(m)	15,953984	4,242052	3,76	0,0003*
P(%)	7,0024128	1,305327	5,36	<,0001*





Análisis de regresión múltiple de las variables que influyen en el porcentaje de copa afectada del incendio de Rocallaura 1:

#### Resumen del ajuste

R cuadrado	0,33724
R cuadrado ajustado	0,325911
Raíz del error cuadrático medio	29,67558
Media de respuesta	51,85
Observaciones (o suma de pesos)	120

#### Análisis de varianza

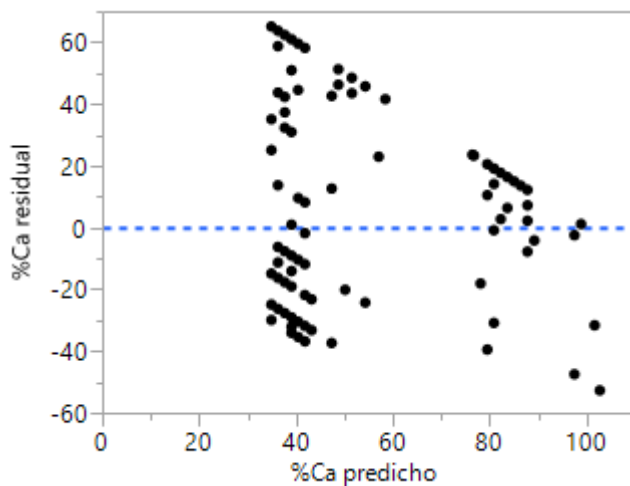
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F
Modelo	2	52428,41	26214,2	29,7672
Error	117	103034,89	880,6	Prob > F
C. Total	119	155463,30		<,0001*

#### Falta de ajuste

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F
Falta de ajuste	26	24924,14	958,621	1,1168
Error puro	91	78110,76	858,360	Prob > F
Error total	117	103034,89		0,3404
			R cuadrado máximo	0,4976

#### Estimaciones de los parámetros

Término	Estimación	Error estándar	Razón t	Prob >  t	Beta estandarizado	VIF
Constante del modelo	-168,6066	33,11895	-5,09	<,0001*	0	.
hsm(m)	13,840769	4,350731	3,18	0,0019*	0,243217	1,0318601
P(%)	8,0850627	1,271008	6,36	<,0001*	0,48633	1,0318601



- Rocallaura 2

### Resumen del ajuste

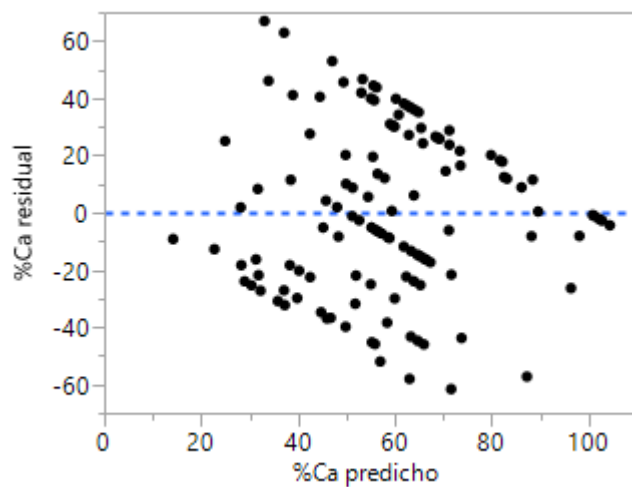
R cuadrado	0,283584
R cuadrado ajustado	0,246845
Raíz del error cuadrático medio	29,69685
Media de respuesta	58,58065
Observaciones (o suma de pesos)	124

### Análisis de varianza

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F
Modelo	6	40843,55	6807,26	7,7188
Error	117	103182,64	881,90	Prob > F
C. Total	123	144026,19		<,0001*

### Estimaciones de los parámetros

Término	Estimación	Error estándar	Razón t	Prob >  t
Constante del modelo	98,211328	29,74147	3,30	0,0013*
dbh1.30(cm)	-0,060092	0,140993	-0,43	0,6707
ht(m)	-4,884635	1,902051	-2,57	0,0115*
hrv(m)	3,1595793	1,012499	3,12	0,0023*
hfa(m)	7,7331405	2,007261	3,85	0,0002*
hsm(m)	1,4874207	2,301475	0,65	0,5194
P(%)	-1,229094	1,159897	-1,06	0,2915



Análisis de regresión múltiple de las variables que influyen en el porcentaje de copa afectada del incendio de Rocallaura 2:

#### Resumen del ajuste

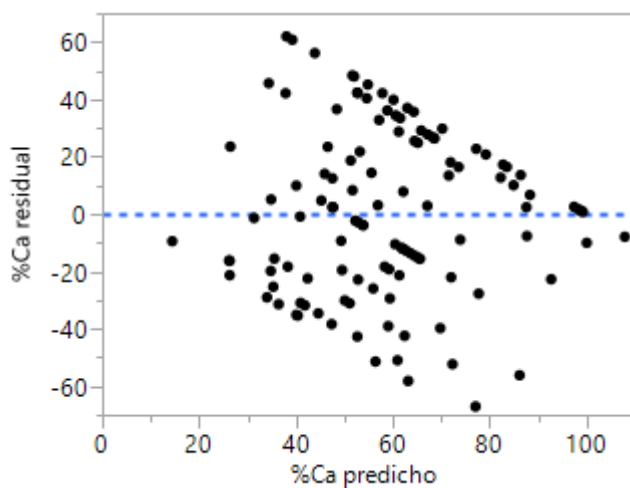
R cuadrado	0,273339
R cuadrado ajustado	0,255172
Raíz del error cuadrático medio	29,53222
Media de respuesta	58,58065
Observaciones (o suma de pesos)	124

#### Análisis de varianza

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F
Modelo	3	39367,97	13122,7	15,0463
Error	120	104658,22	872,2	Prob > F
C. Total	123	144026,19		<,0001*

#### Estimaciones de los parámetros

Término	Estimación	Error estándar	Razón t	Prob >  t
Constante del modelo	68,409871	9,762489	7,01	<,0001*
ht(m)	-5,726511	1,402632	-4,08	<,0001*
hrv(m)	3,074202	0,997828	3,08	0,0026*
hfa(m)	8,6884908	1,314098	6,61	<,0001*



- Para el conjunto de incendios

Resumen del ajuste	
R cuadrado	0,160562
R cuadrado ajustado	0,146913
Raíz del error cuadrático medio	32,83179
Media de respuesta	53,72606
Observaciones (o suma de pesos)	376

Análisis de varianza				
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F
Modelo	6	76079,89	12680,0	11,7633
Error	369	397754,90	1077,9	Prob > F
C. Total	375	473834,78		<,0001*

Estimaciones de los parámetros				
Término	Estimación	Error estándar	Razón t	Prob >  t
Constante del modelo	45,535156	9,340238	4,88	<,0001*
dbh1.30(cm)	0,0353264	0,072838	0,49	0,6280
ht(m)	-1,230106	0,799049	-1,54	0,1245
hrv(m)	-0,795674	0,570461	-1,39	0,1639
hfa(m)	0,3471395	0,286076	1,21	0,2257
hsm(m)	7,8852194	1,150524	6,85	<,0001*
P(%)	0,3855267	0,204952	1,88	0,0608

Análisis de regresión múltiple de las variables que influyen en el porcentaje de copa afectada del conjunto de los incendios:

Resumen del ajuste	
R cuadrado	0,130362
R cuadrado ajustado	0,128037
Raíz del error cuadrático medio	33,19303
Media de respuesta	53,72606
Observaciones (o suma de pesos)	376

Análisis de varianza				
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F
Modelo	1	61770,10	61770,1	56,0641
Error	374	412064,68	1101,8	Prob > F
C. Total	375	473834,78		<,0001*

### Estimaciones de los parámetros

Término	Estimación	Error estándar	Razón t	Prob >  t	Beta estandarizado	VIF
Constante del modelo	43,689573	2,17416	20,09	<,0001*	0	.
hsm(m)	8,3563341	1,116024	7,49	<,0001*	0,361057	1

